ZARYS
CYNEMATYKI CIECZY.[1]

NAPISAŁ

H. Jewniewicz.

1. Następujące trzy równania *Navier'a* ruchu niedoskonałej cieczy

$$\left.\begin{aligned} X - \frac{1}{m}\frac{dp}{dx} + \frac{B}{m}\Delta u &= \frac{Du}{dt} \\ Y - \frac{1}{m}\cdot\frac{dp}{dy} + \frac{B}{m}\Delta v &= \frac{Dv}{dt} \\ Z - \frac{1}{m}\cdot\frac{dp}{dz} + \frac{B}{m}\Delta w &= \frac{Dw}{dt} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (1)$$

razem z równaniem

$$\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dt} = 0 \quad \ldots\ldots (2),$$

jako warunkiem jej ciągłości, powinny mieć miejsce dla wszystkich cząsteczek cieczy w ruchu będącej.

Wnioski wyprowadzane z tych równań, co do ogólnych własności ruchu, niezależnych od zewnętrznych sił, działających na ciecz, stanowią, właściwie, cynematykę cieczy.

Nim przystąpimy do wyprowadzenia takowych wniosków, zanotujemy, że wchodzące w równania (1) i (2) ilości mają następujące znaczenie;

X, Y i Z są to rzuty, na wzajemnie prostopadłe i nieruchome w przestrzeni osie współrzędnych, przyśpieszenia zewnętrznej siły, działającej na wszystkie elementy cieczy;
u, v i w — rzuty, na też osie, prędkości V cząsteczki cieczy;
p — hydrodynamiczne ciśnienie;
m — gęstość cieczy;
Δ jest symbolem działań zawartych w ogólnem równaniu

$$\Delta f = \frac{d^2 f}{dx^2} + \frac{d^2 f}{dy^2} + \frac{d^2 f}{dz^2} \quad \ldots\ldots (3);$$

B jest spółczynnikiem wewnętrznego oporu, czyli tarcia cieczy, tak że wyrazy $\frac{B}{m}\Delta u$, $\frac{B}{m}\Delta v$ i $\frac{B}{m}\Delta w$ są składowemi przyśpieszenia tego tarcia. Spółczynnik B uważanym jest jako ilość stała, niezależna od współrzędnych i czasu;
t — oznacza czas i
D jest znakiem różniczki zupełnej, wziętej względem wszystkich czterech zmiennych niezależnych x, y, z, t; naprzykład

$$Df = \frac{df}{dx}dx + \frac{df}{dy}dy + \frac{df}{dz}dz + \frac{df}{dt}dt.$$

W razie gdy będziemy śledzić za ruchem cząsteczki po jej krążnej, ilości dx, dy i dz będą rzutami na osi nieskończenie małej drogi rzeczywiście przebieżonej przez cząsteczkę w czasie dt, a dla tego w takim razie

$$dx = u\,dt,\ dy = v\,dt \text{ i } dz = w\,dt \quad \ldots (4)$$

$$\text{i} \quad \frac{Df}{dt} = \frac{df}{dx}u + \frac{df}{dy}v + \frac{df}{dz}w + \frac{df}{dt} \quad \ldots (5).$$

Przy wyprowadzeniu równań *Navier'a*, ciecz jest uważaną jako ciało *izotropowe*, to jest we wszystkich miejscach i kierunkach mające jednakową budowę, a dla tego, dla wewnętrznych natężeń, na zasadzie teoryi sprężystości, mamy następujące wyrażenia:

$$\left.\begin{aligned} p_{xx} &= -p + 2B\frac{du}{dx},\ p_{yy} = -p + 2B\frac{dv}{dy},\ p_{zz} = -p + 2B\frac{dw}{dz} \\ p_{yz} &= B\left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right),\ p_{zx} = B\left(\frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz}\right),\ p_{xy} = B\left(\frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx}\right) \end{aligned}\right\} (6).$$

W poszukiwaniach naszych będziemy ciągle mieć do czynienia z ilościami λ, μ i ν, określonemi przez wzory:

$$2\lambda = \frac{dw}{dy} - \frac{dv}{dz},\quad 2\mu = \frac{du}{dz} - \frac{dw}{dx} \quad \text{i} \quad 2\nu = \frac{dv}{dx} - \frac{du}{dy} \ldots (7)$$

i przedstawiającemi, jak to później dowiedzionem będzie, rzuty na osie x, y, z względnej kątowej prędkości Ω obrotu elementu cieczy.

Zanotujemy jeszcze, że zamierzamy rozpatrywać tylko takie przypadki ruchu cieczy, w których u, v, w są funkcyami ciągłemi i jednowartościowemi.

2. Równanie (2), jako od sił niezależne, będzie jednym z liczby należących do cynematyki. Drugie podobne równanie otrzymamy ze wzorów (7), różniczkując je jednocześnie względem x, y, z, i biorąc ich sumę. To ostatnie równanie jest:

$$\frac{d\lambda}{dx} + \frac{d\mu}{dy} + \frac{d\nu}{dz} = 0 \quad \ldots\ldots (8).$$

Równania (2) i (8) mogą być zastąpione innemi, więcej ogólnemi.

Wyobraźmy sobie że pewna część przestrzeni została otoczona zamkniętą powierzchnią S i niech N będzie kierunkiem zewnętrznej normalnej do elementu dS tej powierzchni. Weźmy teraz całkę

$$\iiint\left(\frac{dA}{dx} + \frac{dB}{dy} + \frac{dC}{dz}\right)dx\,dy\,dz$$

całej objętości, wewnątrz powierzchni S zawartej. Pierwszy wyraz tej całki jest

$$\iiint\frac{dA}{dx}dx\,dy\,dz = \iint dy\,dz\int\frac{dA}{dx}dx = \iint A''dydz - \iint A'dydz,$$

gdzie A'' i A' są wartości zmiennej A, odpowiadające granicom wykonanego względem x całkowania. Ponieważ przy tem całkowaniu zmienne y i z były uważane jako stałe, brana więc była suma tylko tych elementów całki, które odpowiadają objętości zawartej wewnątrz kanału równoległego do osi x, i mającego za podstawę element dy dz płaszczyzny yz. Kanał taki, wchodząc wewnątrz przestrzeni, otoczonej powierzchnią S, odcina na niej element dS', a wychodząc na zewnątrz odcina element dS''. Jeżeli N' i N'' będą kierunkami zewnętrznych normalnych do tych elementów, będziemy mieli

$$dy\,dz = dS''\cos(N'', x) = -\,dS'\cos(N', x);$$

a więc $$\iint A''dy\,dz = \iint A''\cos(N'', x)\,dS''$$

$$\iint A'dy\,dz = -\iint A'\cos(N', x)\,dS' \quad \text{i}$$

$$\iiint\frac{dA}{dx}dx\,dy\,dz = \iint A''\cos(N'', x)dS'' + \iint A'\cos(N', x)dS'.$$

Pierwsza z całek drugiej części tego równania powinna być wziętą względem tej części powierzchni S, przez którą kanały, równoległe do osi x, wychodzą na zewnątrz z przestrzeni otoczonej tą powierzchnią, a druga względem tej

[1] Według klasyfikacyi *Wrońskiego*, podanej w jego *Systemie architektonicznym wiedzy ludzkiej* w r. 1818, cynematyka, którą on nazywa *foronomią*, powinna stanowić jeden z działów matematyki czystej. Nazwa cynematyki nadana była tej nauce przez *Ampère'a* w jego *Próbie nad filozofią nauk*, ogłoszonej w r. 1834, a więc 16 lat później od *Wrońskiego*. Jak *Wroński* tak i *Ampère* określają tę gałęź wiedzy ludzkiej jako naukę, która powinna wykryć geometryczne własności ruchu, niezależne od sił działających. *Wroński*, jak powiedzianem było, zalicza ją do matematyki, *Ampère* zaś do mechaniki.

części, przez którą takie kanały wchodzą wewnątrz, a więc suma tych dwóch całek powinna być równą całce

$$\iint A \cos(N, x)\, dS$$

wziętej względem całej powierzchni S.

Teraz widocznem jest że

$$\iiint \left(\frac{dA}{dx} + \frac{dB}{dy} + \frac{dC}{dz}\right) dx\, dy\, dz =$$

$$= \iint [A \cos(N, x) + B \cos(N, y) + C \cos(N, z)]\, dS \quad . \; . \; (9).$$

Funkcye A, B i C w tem równaniu muszą zadość czynić tylko jednemu warunkowi, aby w granicach całkowania były ciągłemi i skończonemi. Przyjmując w tem równaniu A=u, B=v i C=w, i mając na uwadze równanie (2), będziemy mieli:

$$\iint [u \cos(N, x) + v \cos(N, y) + w \cos(N, z)]\, dS = 0$$

albo $$\iint V \cos(V, N)\, dS = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; (10).$$

Tak samo zamiast równania (8) możemy wziąć następujące

$$\iint \Omega \cos(j, N)\, dS = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (11),$$

w którem głoską j oznaczyliśmy kierunek kątowej prędkości Ω, to jest kierunek osi obrotu. Dla zupełnego określenia tego kierunku trzeba kątową prędkość Ω odcinać na osi obrotu tak, ażeby patrzący na koniec tego odcinka widział odbywający się obrót w stronę w jaką posuwają się wskazówki zegara [1]), albowiem tego wymaga sam układ wzorów dla λ, μ i ν.

W równaniach (10) i (11) powierzchnia S otacza ze wszech stron jakąkolwiek dowolnie wziętą część cieczy.

Równanie (10) pokazuje że objętość cieczy, wpływającej w jednostce czasu wewnątrz przestrzeni, otoczonej powierzchnią S, jakiekolwiek byłyby rozmiary i kształt tej powierzchni, zawsze równa się objętości cieczy wypływającej, w tymże czasie, na zewnątrz. Takie tłómaczenie znaczenia równania (10) można zastosować i do równania (11), pod warunkiem, że zamieniamy, w wyobraźni swojej, kątową prędkość Ω na postępową. Można dać równaniu (10) jeszcze inne tłómaczenie, które również dobrze da się zastosować i do równania (11).

Wyobraźmy sobie że posuwamy się w przestrzeni, przez ciecz zajętą, ciągle w kierunku prędkości V tej cząsteczki, przez którą przechodzimy. Idąc taką drogą, wykreślimy linię krzywą (w szczególnym przypadku prostą), na której położone cząsteczki cieczy, w danej chwili, będą się poruszać każda w kierunku stycznej do tej krzywej. Nazwiemy taką krzywą *podłużną krzywą cieczy*. Tak samo posuwając się od cząsteczki ku cząsteczce jej przyległej w kierunku j osi obrotu tej cząsteczki, przez którą przechodzimy, znowu wykreślimy linię krzywą, na której położone cząsteczki cieczy, w danej chwili, będą się obracać każda na około stycznej do tej krzywej. Tę ostatnią krzywą nazwiemy *biegunową krzywą cieczy*, albowiem ona przechodzi przez bieguny cząsteczek na niej leżących. Jeżeli teraz weźmiemy nieskończenie mały element płaszczyzny, i przez punkty obwodu tego elementu poprowadzimy *podłużne krzywe*, otrzymamy nieskończenie cienką rurkę, wewnątrz której ciecz zawarta, utworzy *podłużne włókno*, lub *strugę cieczy*. Tak samo, prowadząc przez wszystkie punkty obwodu elementu płaszczyzny, *krzywe biegunowe*, otrzymamy *biegunowe* lub *wichrowate włókno* cieczy. Niech dω i dω' będą polami przecięć poprzecznych w dwóch różnych miejscach strugi, którym odpowiadają prędkości V i V'. Stosując równanie (10) do powierzchni tej strugi, na przestrzeni od przekroju dω do przekroju dω', otrzymamy równanie V'dω' — Vdω = 0, albo Vdω = V'dω'.

Rzeczywiście, dla wszystkich punktów bocznej powierzchni strugi cos(N, V) = 0, a dla przekrojów dω i dω' mamy: cos(V, N) = —1 dla pierwszego z nich i cos(V, N) = +1 dla drugiego. Dla wichrowatego włókna, z równania (11), otrzymalibyśmy podobneż równanie, w którem zamiast V wchodziłaby kątowa prędkość Ω.

[1]) Taki obrót jest *prawostronnym* (dextrorsum); obrót zaś w odwrotnym kierunku jest *lewostronnym* (sinistrorsum).

Iloczyn Vdω, pozostający stałym dla wszystkich przekrojów strugi, przedstawia sobą *wydatek*, a ten ostatni może służyć za miarę *natężenia prądu* cieczy, istniejącego, w danej chwili, wewnątrz strugi. Dla tego i iloczyn Ω dω, pozostający stałym dla wszystkich przekrojów wichrowatego włókna, także nosi nazwę *natężenia* tego włókna.

Warunek (10), będąc uważanym jako warunek ciągłości strug cieczy, wskazuje że każda struga, która przecięła raz jeden zamkniętą powierzchnię S i tem samem dała w całce (10) jeden z odjemnych jej elementów, musi przeciąć tę powierzchnię i raz drugi, aby dać takiejże wielkości, lecz z dodatnim znakiem, drugi element. Struga więc nie może się zakończyć wewnątrz przestrzeni przez poruszającą się ciecz zajętą. Jeżeli w tej przestrzeni jest taka struga, która wcale nie przecina granic tej przestrzeni, struga taka musi być zamkniętą, to jest musi mieć kształt pierścieniowaty. Jeżeli w przestrzeni, przez ciecz zajętej, będzie istnieć cząsteczka nie posiadająca przenośnego ruchu (dla której V=0), a tylko obrotowy, taka cząsteczka nie będzie należeć do żadnej strugi, a więc strugi jej przyległe będą ją otaczać na około, formując obrączkowe krzywe.

Tak samo warunek (11), rozpatrywany jako warunek ciągłości wichrowatych włókien, doprowadza do wniosku, że włókna te muszą, albo zaczynać się i kończyć na granicach przez ciecz zajętą, albo formować zamknięte krzywe. W razie istnienia cząsteczki nie mającej wirowego ruchu (dla której Ω = 0), przyległe jej wichrowate włókna, muszą ją otaczać na około, formując krzywe pierścieniowate.

3. Równanie (2), po zróżniczkowaniu względem x daje

$$\Delta u - \frac{d^2u}{dy^2} - \frac{d^2u}{dz^2} + \frac{d^2v}{dx\, dy} + \frac{d^2w}{dx\, dz} = 0, \quad \text{albo}$$

$$\Delta u = \frac{d}{dz}\left(\frac{du}{dz} - \frac{dw}{dx}\right) - \frac{d}{dy}\left(\frac{dv}{dx} - \frac{du}{dy}\right) = 2\left(\frac{d\mu}{dz} - \frac{d\nu}{dy}\right).$$

Mamy więc wzory:

$$\left.\begin{aligned} \Delta u &= 2\left(\frac{d\mu}{dz} - \frac{d\nu}{dy}\right) \\ \Delta v &= 2\left(\frac{d\nu}{dx} - \frac{d\lambda}{dz}\right) \\ \Delta w &= 2\left(\frac{d\lambda}{dy} - \frac{d\mu}{dx}\right) \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (12).$$

z których wyprowadzamy następujące wnioski:

a) Ruchowi niedoskonałej cieczy, odbywającemu się pod wpływem oporów hydraulicznych, koniecznie musi towarzyszyć obrót elementów tej cieczy.

Rzeczywiście zakładając że λ, μ i ν są równe zeru dla wszystkich elementów cieczy, z równań (12) otrzymamy że i Δu = Δv = Δw = 0 dla wszystkich elementów, a w takim razie równania (1) ruchu cieczy stają się niezależnemi od oporów, co dla niedoskonałej cieczy jest niemożebnem.

b) Podczas ruchu niedoskonałej cieczy, kątowa prędkość obrotu nie może być jednakową dla wszystkich elementów.

W razie gdyby λ, μ i ν nie zależały od współrzędnych x, y i z, z równań (12) znowu otrzymalibyśmy

$$\Delta u = \Delta v = \Delta w = 0.$$

c) Podczas ruchu niedoskonałej cieczy, jak składowe prędkości kątowej Ω, tak i składowe prędkości V, są takiemi funkcyami współrzędnych, że każdy z dwóch trójmianów

$$\lambda\, dx + \mu\, dy + \nu\, dz \quad \text{i} \quad u\, dx + v\, dy + w\, dz$$

nie może być różniczką zupełną.

Rzeczywiście przypuszczając że pierwszy z nich jest różniczką zupełną, będziemy mieli

$$\frac{d\mu}{dz} - \frac{d\nu}{dy} = 0, \quad \frac{d\nu}{dx} - \frac{d\lambda}{dz} = 0 \quad \text{i} \quad \frac{d\lambda}{dy} - \frac{d\mu}{dx} = 0,$$

zakładając zaś że drugi jest różniczką zupełną, będzie

$$\frac{dv}{dz}-\frac{dw}{dy}=0,\quad \frac{dw}{dx}-\frac{du}{dz}=0 \quad \text{i} \quad \frac{du}{dy}-\frac{dv}{dx}=0,$$

to jest $\lambda=\mu=\nu=0$, a więc w każdym z tych dwóch przypadków otrzymujemy $\Delta u=\Delta v=\Delta w=0$.

Z powyższych trzech twierdzeń nie należy jednakowo wyprowadzać wniosków odwrotnych co do ruchu cieczy doskonałej, albowiem dla tej ostatniej, chociaż równania ruchu nie zawierają wyrazów zależnych od Δu, Δv i Δw, (lecz nie dla tego żeby ilości te były równemi zeru) ale dla tego że dla cieczy doskonałej spółczynnik B jest zerem.

Z równań (1) mogą być wyprowadzone trzy równania, niezależne od sił zewnętrznych, ale nie inaczej jak w przypuszczeniu że siły te mają potencyał, to jest że istnieje funkcya T zmiennych x, y, z, która zadość czyni warunkom

$$\frac{dT}{dx}=X,\quad \frac{dT}{dy}=Y \quad \text{i} \quad \frac{dT}{dz}=Z\,. \quad . \quad . \quad . \quad (13).$$

Chociaż robiąc takie przypuszczenie znacznie zmniejszymy liczbę przypadków, do jakich wnioski nasze mogą być zastosowywane, jednakowo, przypadki rzeczywiście w naturze miejsce mające nie będą przez to wyrugowane, albowiem działające w naturze siły są centralne, a takowe, jak wiadomo, mają potencyał.

Napiszmy pierwsze z równań *Navier'a* w kształcie

$$\frac{dT}{dx}-\frac{1}{m}\frac{dp}{dx}=-\frac{B}{m}\Delta u+\frac{du}{dx}u+\frac{du}{dy}v+\frac{du}{dz}w+\frac{du}{dt}$$

i odejmiemy od tego ostatniego równanie

$$\frac{d}{dx}\left(\tfrac{1}{2}V^2\right)=\frac{d}{dx}\left(\frac{u^2+v^2+w^2}{2}\right)=u\frac{du}{dx}+v\frac{dv}{dx}+w\frac{dw}{dx}$$

otrzymamy

$$\frac{dE}{dx}=-\frac{B}{m}\Delta u+\frac{du}{dt}+w\left(\frac{du}{dz}-\frac{dw}{dx}\right)-v\left(\frac{dv}{dx}-\frac{du}{dy}\right)$$

$$\text{gdzie} \qquad E=T-\frac{p}{m}-\tfrac{1}{2}V^2\,. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14).$$

Mając zaś na uwadze równanie (7), ostatecznie, zamiast równań *Navier'a*, możemy napisać następujące:

$$\left.\begin{aligned}\frac{dE}{dx}&=-\frac{B}{m}\Delta u+\frac{du}{dt}+2(w\mu-v\nu)\\ \frac{dE}{dy}&=-\frac{B}{m}\Delta v+\frac{dv}{dt}+2(u\nu-w\lambda)\\ \frac{dE}{dz}&=-\frac{B}{m}\Delta w+\frac{dw}{dt}+2(v\lambda-u\mu)\end{aligned}\right\}\ . \ . \ . \ (15).$$

Z tych ostatnich równań łatwo wyrugować ilość E i otrzymać żądane równania od sił niezależne.

Jedno z tych równań jest

$$\frac{d}{dy}\left[-\frac{B}{m}\Delta w+\frac{dw}{dt}+2(v\lambda-u\mu)\right]-$$

$$-\frac{d}{dz}\left[-\frac{B}{m}\Delta v+\frac{dv}{dt}+2(u\nu-w\lambda)\right]=0$$

$$\text{albo}\ \frac{d}{dt}\left(\frac{dw}{dy}-\frac{dv}{dz}\right)-\frac{B}{m}\Delta\left(\frac{dw}{dy}-\frac{dv}{dz}\right)+2\left(\frac{d\lambda}{dy}v+\frac{d\lambda}{dz}w\right)+$$

$$+2\lambda\left(\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}\right)-2u\left(\frac{d\mu}{dy}+\frac{d\nu}{dz}\right)-2\left(\mu\frac{du}{dy}+\nu\frac{du}{dz}\right)=0,$$

$$\text{lecz}\ \frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}=-\frac{du}{dx} \quad \text{i} \quad \frac{d\mu}{dy}+\frac{d\nu}{dz}=-\frac{d\lambda}{dx}, \quad \text{a dla tego}$$

$$\frac{B}{m}\Delta\lambda=\frac{d\lambda}{dt}+\frac{d\lambda}{dx}u+\frac{d\lambda}{dy}v+\frac{d\lambda}{dz}w-\lambda\frac{du}{dx}-\mu\frac{du}{dy}-\nu\frac{du}{dz},$$

$$\text{albo} \qquad \frac{B}{m}\Delta\lambda=\frac{D\lambda}{dt}-\lambda\frac{du}{dx}-\mu\frac{du}{dy}-\nu\frac{du}{dz}\,.$$

Na zasadzie zaś że

$$\mu\frac{du}{dy}+\nu\frac{du}{dz}=\mu\frac{dv}{dx}+\nu\frac{dw}{dx},$$

ostatecznie otrzymujemy równania

$$\left.\begin{aligned}\frac{B}{m}\Delta\lambda&=\frac{D\lambda}{dt}-\lambda\frac{du}{dx}-\mu\frac{dv}{dx}-\nu\frac{dw}{dx}=\frac{D\lambda}{dt}-\lambda\frac{du}{dx}-\mu\frac{du}{dy}-\nu\frac{du}{dz}\\ \frac{B}{m}\Delta\mu&=\frac{D\mu}{dt}-\lambda\frac{du}{dy}-\mu\frac{dv}{dy}-\nu\frac{dw}{dy}=\frac{D\mu}{dt}-\lambda\frac{dv}{dx}-\mu\frac{dv}{dy}-\nu\frac{dv}{dz}\\ \frac{B}{m}\Delta\nu&=\frac{D\nu}{dt}-\lambda\frac{du}{dz}-\mu\frac{dv}{dz}-\nu\frac{dw}{dz}=\frac{D\nu}{dt}-\lambda\frac{dw}{dx}-\mu\frac{dw}{dy}-\nu\frac{dw}{dz}\end{aligned}\right\}(16)$$

Równania te dla cieczy doskonałej dają:

$$\left.\begin{aligned}\frac{D\lambda}{dt}&=\lambda\frac{du}{dx}+\mu\frac{du}{dy}+\nu\frac{du}{dz}\\ \frac{D\mu}{dt}&=\lambda\frac{dv}{dx}+\mu\frac{dv}{dy}+\nu\frac{dv}{dz}\\ \frac{D\nu}{dt}&=\lambda\frac{dw}{dx}+\mu\frac{dw}{dy}+\nu\frac{dw}{dz}\end{aligned}\right\}\ . \ . \ . \ . \ (16^{bis}).$$

Z tych ostatnich równań wyprowadzamy następujące twierdzenie *Lagrage'a*: *jeżeli, podczas ruchu doskonałej cieczy, trójmian* $u\,dx+v\,dy+w\,dz$ *będzie różniczką zupełną dla jednej pewnej wartości czasu* t, *będzie on różniczką zupełną i dla wszystkich innych wartości tej zmiennej.* Albo mówiąc inaczej: *jeżeli elementom doskonałej cieczy, w chwili gdy ona ruch rozpoczynała, nie był nadany ruch wirowy, to on i nadal w takiej cieczy nie powstanie.*

Rzeczywiście z równań (16bis) wypada że nieskończenie małe przyrosty $D\lambda$, $D\mu$ i $D\nu$, jakie otrzymują, w każdy element czasu dt, kątowe prędkości λ, μ i ν, są proporcyonalne do wartości tych ostatnich, a więc jeżeli λ, μ i ν równały się zeru w chwili t, będą one równać się zeru i w chwili następującej $t+dt$, i były zerem w chwili poprzedzającej $t-dt$.

Niech a, b, c będą współrzędnemi elementu cieczy w chwili $t=0$, a λ_0, μ_0, ν_0 niech będą, w tymże czasie, kątowemi prędkościami tegoż elementu. Przy takiem oznaczeniu, możemy uważać współrzędne x, y, z jako funkcye o czterech zmiennych niezależnych a, b, c, t, i zamiast równań (16bis) wziąć następujące:

$$\left.\begin{aligned}\lambda&=\lambda_0\frac{dx}{da}+\mu_0\frac{dx}{db}+\nu_0\frac{dx}{dc}\\ \mu&=\lambda_0\frac{dy}{da}+\mu_0\frac{dy}{db}+\nu_0\frac{dy}{dc}\\ \nu&=\lambda_0\frac{dz}{da}+\mu_0\frac{dz}{db}+\nu_0\frac{dz}{dc}\end{aligned}\right\}\ . \ . \ . \ (17).$$

Rzeczywiście, przyjmując w tych ostatnich równaniach $x=a$, $y=b$ i $z=c$, otrzymamy $\lambda=\lambda_0$, $\mu=\mu_0$ i $\nu=\nu_0$; co i być powinno według założenia. Jeżeli zaś, naprzykład, w pierwszym z równań (16bis) zastąpimy ilości λ, μ i ν ich wartościami z równań (17), będziemy mieli równanie

$$\lambda_0\frac{D\left(\frac{dx}{da}\right)}{dt}+\mu_0\frac{D\left(\frac{dx}{db}\right)}{dt}+\nu_0\frac{D\left(\frac{dx}{dc}\right)}{dt}=\left(\lambda_0\frac{dx}{da}+\mu_0\frac{dx}{db}+\nu_0\frac{dx}{dc}\right)\frac{du}{dx}+$$

$$+\left(\lambda_0\frac{dy}{da}+\mu_0\frac{dy}{db}+\nu_0\frac{dy}{dc}\right)\frac{du}{dy}+\left(\lambda_0\frac{dz}{da}+\mu_0\frac{dz}{db}+\nu_0\frac{dz}{dc}\right)\frac{du}{dz}\ . \ . \ (a).$$

Z powodu że ilości a, b, c nie zależą od czasu t, możemy zmienić porządek różniczkowania wskazanego w wyrazach $\frac{D}{dt}\left(\frac{dx}{da}\right)$ etc., to jest możemy pierwszą część równania (a) przedstawić tak:

$$\lambda_0 \frac{d}{da}\left(\frac{Dx}{dt}\right) + \mu_0 \frac{d}{db}\left(\frac{Dx}{dt}\right) + \nu_0 \frac{d}{dc}\left(\frac{Dx}{dt}\right).$$

Lecz $\frac{Dx}{dt}$ jako pochodna współrzędnej x, wzięta względem czasu t, w przypuszczeniu że śledzimy za ruchem cząsteczki po jej krążnej, musi równać się prędkości u, a więc pierwsza część równania (a) ma kształt

$$\lambda_0 \frac{du}{da} + \mu_0 \frac{du}{db} + \nu_0 \frac{du}{dc}.$$

Druga część tegoż równania jest

$$\lambda_0 \left(\frac{du}{dx}\cdot\frac{dx}{da} + \frac{du}{dy}\cdot\frac{dy}{da} + \frac{du}{dz}\cdot\frac{dz}{da}\right) + \mu_0 \left(\frac{du}{dx}\cdot\frac{dx}{db} + \frac{du}{dy}\cdot\frac{dy}{db} + \frac{du}{dz}\cdot\frac{dz}{db}\right) +$$

$$+ \nu_0 \left(\frac{du}{dx}\cdot\frac{dx}{dc} + \frac{du}{dy}\cdot\frac{dy}{dc} + \frac{du}{dz}\cdot\frac{dz}{dc}\right);$$

a że $$\frac{du}{dx}\cdot\frac{dx}{da} + \frac{du}{dy}\cdot\frac{dy}{da} + \frac{du}{dz}\cdot\frac{dz}{da} = \frac{du}{da} \text{ etc.,}$$

więc i druga część ma kształt

$$\lambda_0 \frac{du}{da} + \mu_0 \frac{du}{db} + \nu_0 \frac{du}{dc}.$$

Widzimy więc że równania (17) czynią zadość równaniom (16bis).

Za pomocą równań (17) możemy teraz dowieść następującego twierdzenia *Helmholtz'a* [1]: *Dwie przyległe cząsteczki doskonałej cieczy, które w chwili* t = 0 *miały wspólną oś obrotu, obracają się ciągle około tej osi wspólnej.* Albo mówiąc inaczej: *cząsteczki doskonałej cieczy, które w chwili* t = 0 *tworzyły wichrowate włókno cieczy, ciągle tworzą takież włókno, podczas ruchu po swoich krążnych.*

Niech a, b, c i a + da, b + db, c + dc będą współrzędnemi dwóch przyległych cząsteczek cieczy, w chwili t = 0.

Zakładając że te cząsteczki mają wspólną oś obrotu, powinniśmy przyjąć

$$\frac{\lambda_0}{da} = \frac{\mu_0}{db} = \frac{\nu_0}{dc} = \frac{\Omega_0}{dj_0} = k,$$

gdzie $dj_0 = \sqrt{(da)^2 + (db)^2 + (dc)^2}$ jest wzajemną odległością tych cząsteczek.

W chwili t współrzędne tych cząsteczek będą: x, y, z i x + dx, y + dy, z + dz, a więc jeżeli twierdzenie *Helmholtz'a* jest sprawiedliwem, musi mieć miejsce stosunek

$$\frac{\lambda}{dx} = \frac{\mu}{dy} = \frac{\nu}{dz} = k.$$

Ten ostatni stosunek rzeczywiście ma miejsce, albowiem zastępując w równaniach (17) ilości λ_0, μ_0 i ν_0 przez im równe k da, k db, k dc, otrzymujemy równania

$$\lambda = k\left(\frac{dx}{da}da + \frac{dx}{db}db + \frac{dx}{dc}dc\right) = k\,dx$$

$$\mu = k\left(\frac{dy}{da}da + \ldots\ldots\ldots\right) = k\,dy$$

$$\nu = k\left(\frac{dz}{da}da + \ldots\ldots\ldots\right) = k\,dz,$$

czyli $$\frac{\lambda}{dx} = \frac{\mu}{dy} = \frac{\nu}{dz} = k = \frac{\Omega}{dj} = \frac{\Omega_0}{dj_0} \quad \ldots (18),$$

gdzie dj przedstawia wzajemną odległość cząsteczek w chwili t.

Z równania (18) wypada że *prędkość obrotowa* Ω *cząsteczki doskonałej cieczy, podczas ruchu tej cząsteczki po swojej krążnej, wzrasta lub maleje w takimże stosunku, w jakim wzrasta lub maleje odległość* dj *od cząsteczki jej przyległej, z którą ona ma wspólną oś obrotu.*

W jednym z następnych ustępów powrócimy jeszcze do równań (16), a teraz przystępujemy do wyprowadzenia wzorów określających geometryczną zależność między różnymi elementami ruchu cieczy.

4. Niech s będzie łukiem strugi i razem z tym kierunkiem stycznej do tego łuku, w końcowym jego punkcie, mającym za współrzędne x, y, z. Niech jeszcze α, β i γ będą dostawami kątów, jakie ta styczna tworzy z osiami współrzędnych.

Przy takiem oznaczeniu będziemy mieli

$$\left.\begin{aligned} \cos(s,x) &= \frac{dx}{ds} = \alpha = \frac{u}{V} \\ \cos(s,y) &= \frac{dy}{ds} = \beta = \frac{v}{V} \\ \cos(s,z) &= \frac{dz}{ds} = \gamma = \frac{w}{V} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (19)$$

i $$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1 \quad \ldots\ldots\ldots (20).$$

Widocznem jest że ds będąc elementem łuku strugi, będzie razem z nim i elementem łuku krążnej cząsteczki cieczy, w początkującym punkcie tego elementu położonej.

Dostawy α, β i γ czynią zadość równości (20) przy wszystkich wartościach zmiennych x, y, z, t, to jest dla wszystkich punktów przestrzeni i w każdej chwili czasu. Różniczkując tę równość względem x, y, z, otrzymamy trzy następujące równości:

$$\left.\begin{aligned} \alpha\frac{d\alpha}{dx} + \beta\frac{d\beta}{dx} + \gamma\frac{d\gamma}{dx} &= 0 \\ \alpha\frac{d\alpha}{dy} + \beta\frac{d\beta}{dy} + \gamma\frac{d\gamma}{dy} &= 0 \\ \alpha\frac{d\alpha}{dz} + \beta\frac{d\beta}{dz} + \gamma\frac{d\gamma}{dz} &= 0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots (21),$$

z których wypada że α = β = γ = 0, co, jednakowo nie czyni zadość równości (20), a dla tego musi mieć miejsce jeszcze i następująca równość:

$$\text{Wyznacznik} \begin{vmatrix} \frac{d\alpha}{dx}, & \frac{d\beta}{dx}, & \frac{d\gamma}{dx} \\ \frac{d\alpha}{dy}, & \frac{d\beta}{dy}, & \frac{d\gamma}{dy} \\ \frac{d\alpha}{dz}, & \frac{d\beta}{dz}, & \frac{d\gamma}{dz} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{d\alpha}{dx}, & \frac{d\alpha}{dy}, & \frac{d\alpha}{dz} \\ \frac{d\beta}{dx}, & \frac{d\beta}{dy}, & \frac{d\beta}{dz} \\ \frac{d\gamma}{dx}, & \frac{d\gamma}{dy}, & \frac{d\gamma}{dz} \end{vmatrix} = 0 \ldots (22).$$

Różniczkując równości (21) jednocześnie względem x, y, z, i biorąc ich sumę znajdziemy:

$$h_\alpha^2 + h_\beta^2 + h_\gamma^2 + \alpha\Delta\alpha + \beta\Delta\beta + \gamma\Delta\gamma = 0 \quad \ldots (23)$$

gdzie w ogóle $$h_\varphi^2 = \left(\frac{d\varphi}{dx}\right)^2 + \left(\frac{d\varphi}{dy}\right)^2 + \left(\frac{d\varphi}{dz}\right)^2 \quad \ldots (24).$$

Jeżeli na h_α, h_β i h_γ będziemy patrzeć jako na odcinki trzech linij, wychodzących z punktu (x, y, z) i mających takie kierunki że

$$h_\alpha \cos(h_\alpha, x) = \frac{d\alpha}{dx},\ h_\alpha \cos(h_\alpha, y) = \frac{d\alpha}{dy},\ h_\alpha \cos(h_\alpha, z) = \frac{d\alpha}{dz},$$

$$h_\beta \cos(h_\beta, x) = \frac{d\beta}{dx} \text{ etc. i } h_\gamma \cos(h_\gamma, x) = \frac{d\gamma}{dx} \text{ etc.,}$$

w takim razie równość (22) będzie warunkiem że te trzy

---

[1]) *H. Helmholtz.* Ueber Integrale der hydrodynamischen Gleichungen, welche den Wirbelbewegungen entsprechen. Journal für die reine und angewandte Mathematik. *Crelle.* 55 Band. 1858.

odcinki leżą na jednej płaszczyznie. Niech h będzie kierunkiem normalnej do tej płaszczyzny, wtedy

$$\frac{d\alpha}{dx}\cos(hx)+\frac{d\alpha}{dy}\cos(hy)+\frac{d\alpha}{dz}\cos(hz)=0$$

$$\frac{d\beta}{dx}\cos(hx)+\ldots\ldots\ldots=0$$

$$\frac{d\gamma}{dx}\cos(hx)+\ldots\ldots\ldots=0$$

czyli, co jedno i toż samo

$$\frac{d\alpha}{dh}=0,\quad \frac{d\beta}{dh}=0\quad i\quad \frac{d\gamma}{dh}=0\;.\;.\;.\;.\;.\;(25)$$

a więc *cząsteczki cieczy, położone w krańcowych punktach odcinka* dh, *poruszają się w kierunkach równoległych.*

Niech n będzie kierunkiem normalnej do płaszczyzny *ściśle stycznej* czyli muskającej (plan osculateur) do strugi w punkcie (h, y, z). Równanie tej płaszczyzny otrzymamy z warunku że ona przechodzi przez trzy przyległe punkty strugi, których współrzędne są:

$$(x, y, z),\quad (x+\alpha ds,\; y+\beta ds,\; z+\gamma ds)\quad i$$

$$\left(x+2\alpha ds+\frac{d\alpha}{ds}ds^2,\; y+2\beta ds+\frac{d\beta}{ds}ds^2,\; z+2\gamma ds+\frac{d\gamma}{ds}ds^2\right).$$

Jeżeli $A(X-x)+B(Y-y)+C(Z-z)=0$ będzie równaniem tej płaszczyzny, dla określenia spółczynników A, B i C będziemy mieli równania

$$A\alpha+B\beta+C\gamma=0\quad i\quad A\frac{d\alpha}{ds}+B\frac{d\beta}{ds}+C\frac{d\gamma}{ds}=0$$

z których wypada że

$$\frac{A}{\gamma\frac{d\beta}{ds}-\beta\frac{d\gamma}{ds}}=\frac{B}{\alpha\frac{d\gamma}{ds}-\gamma\frac{d\alpha}{ds}}=\frac{C}{\beta\frac{d\alpha}{ds}-\alpha\frac{d\beta}{ds}}=\frac{\sqrt{A^2+B^2+C^2}}{\sqrt{\left(\frac{d\alpha}{ds}\right)^2+\left(\frac{d\beta}{ds}\right)^2+\left(\frac{d\gamma}{ds}\right)^2}}$$

$$\left.\begin{aligned} i\quad \frac{A}{\sqrt{A^2+B^2+C^2}}=\cos(n,x)&=\frac{\gamma\frac{d\beta}{ds}-\beta\frac{d\gamma}{ds}}{\sqrt{\left(\frac{d\alpha}{ds}\right)^2+\left(\frac{d\beta}{ds}\right)^2+\left(\frac{d\gamma}{ds}\right)^2}}\\ \cos(n,y)&=\frac{\alpha\frac{d\gamma}{ds}-\gamma\frac{d\alpha}{ds}}{\sqrt{\left(\frac{d\alpha}{ds}\right)^2+\left(\frac{d\beta}{ds}\right)^2+\left(\frac{d\gamma}{ds}\right)^2}}\\ \cos(n,z)&=\frac{\beta\frac{d\alpha}{ds}-\alpha\frac{d\beta}{ds}}{\sqrt{\left(\frac{d\alpha}{ds}\right)^2+\left(\frac{d\beta}{ds}\right)^2+\left(\frac{d\gamma}{ds}\right)^2}}\end{aligned}\right\}\ldots(26).$$

Dodatni kierunek normalnej n znajduje się po prawej stronie od stojącego na krzywej strudze, mającego głowę obróconą w tę stronę przestrzeni, w której leży środek krzywizny i patrzącego w kierunku s, w którym się ruch cząsteczek odbywa.

Niech jeszcze R_s będzie promieniem krzywizny strugi, a X, Y, Z współrzędnemi środka krzywizny: w takim razie te ilości muszą zadość czynić równaniom trzech następujących płaszczyzn:

a) płaszczyzny ściśle stycznej do strugi, to jest równaniu

$$\left(\gamma\frac{d\beta}{ds}-\beta\frac{d\gamma}{ds}\right)(X-x)+\left(\alpha\frac{d\gamma}{ds}-\gamma\frac{d\alpha}{ds}\right)(Y-y)+$$

$$+\left(\beta\frac{d\alpha}{ds}-\alpha\frac{d\beta}{ds}\right)(Z-z)=0\;.\;.\;.\;.\;(27);$$

b) płaszczyzny normalnej do strugi w punkcie (x, y, z), to jest równaniu:

$$\alpha(X-x)+\beta(Y-y)+\gamma(Z-z)=0\;.\;.\;(28)$$

i *c*) płaszczyzny normalnej do strugi w punkcie $(x+\alpha ds,\; y+\beta ds,\; z+\gamma ds)$, to jest równaniu

$$\frac{d\alpha}{ds}(X-x)+\frac{d\beta}{ds}(Y-y)+\frac{d\gamma}{ds}(Z-z)=1\;.\;.\;.\;(29).$$

To ostatnie równanie otrzymujemy z poprzedniego różniczkując je względem łuku s.

Z równań tych znajdujemy:

$$\frac{X-x}{\frac{d\alpha}{ds}}=\frac{Y-y}{\frac{d\beta}{ds}}=\frac{Z-z}{\frac{d\gamma}{ds}}=\frac{R_s}{\sqrt{\left(\frac{d\alpha}{ds}\right)^2+\left(\frac{d\beta}{ds}\right)^2+\left(\frac{d\gamma}{ds}\right)^2}}\;.\;.\;(30),$$

a więc z równania (29) wypada że

$$\cos(R_s,x)=R_s.\frac{d\alpha}{ds},\;\cos(R_s,y)=R_s\frac{d\beta}{ds},\;\cos(R_s,z)=R_s\frac{d\gamma}{ds}\ldots(31)$$

$$i\quad \frac{1}{R_s}=\sqrt{\left(\frac{d\alpha}{ds}\right)^2+\left(\frac{d\beta}{ds}\right)^2+\left(\frac{d\gamma}{ds}\right)^2}\;.\;.\;.\;(32).$$

Dodatni kierunek promienia R_s idzie od punktu krzywej ku środkowi krzywizny.

Licznikom w wyrażeniach (26) można nadać inny kształt, mianowicie:

$$\gamma\frac{d\beta}{ds}-\beta\frac{d\gamma}{ds}=\gamma\left(\frac{d\beta}{dx}\alpha+\frac{d\beta}{dy}\beta+\frac{d\beta}{dz}\gamma\right)-\beta\left(\frac{d\gamma}{dx}\alpha+\frac{d\gamma}{dy}\beta+\frac{d\gamma}{dz}\gamma\right)$$

$$=\gamma^2\frac{d\beta}{dz}-\beta^2\frac{d\gamma}{dy}+\gamma\alpha\frac{d\beta}{dx}+\beta\gamma\frac{d\beta}{dy}-\alpha\beta\frac{d\gamma}{dx}-\gamma\alpha\frac{d\gamma}{dz},$$

że zaś $\gamma^2=1-\alpha^2-\beta^2$ i $\beta^2=1-\gamma^2-\alpha^2$, więc

$$\gamma\frac{d\beta}{ds}-\beta\frac{d\gamma}{ds}=\frac{d\beta}{dz}-\frac{d\gamma}{dy}-\alpha^2\left(\frac{d\beta}{dz}-\frac{d\gamma}{dy}\right)-\beta\left(\beta\frac{d\beta}{dz}+\gamma\frac{d\gamma}{dz}\right)+$$

$$+\gamma\left(\beta\frac{d\beta}{dy}+\gamma\frac{d\gamma}{dy}\right)+\gamma\alpha\frac{d\beta}{dx}-\alpha\beta\frac{d\gamma}{dx};$$

ale znowu $\beta\frac{d\beta}{dz}+\gamma\frac{d\gamma}{dz}=-\alpha\frac{d\alpha}{dz}$ i $\beta\frac{d\beta}{dy}+\gamma\frac{d\gamma}{dy}=-\alpha\frac{d\alpha}{dy}$,

mamy więc ostatecznie:

$$\left.\begin{aligned}\gamma\frac{d\beta}{ds}-\beta\frac{d\gamma}{ds}&=\frac{d\beta}{dz}-\frac{d\gamma}{dy}-\alpha W\\ \alpha\frac{d\gamma}{ds}-\gamma\frac{d\alpha}{ds}&=\frac{d\gamma}{dx}-\frac{d\alpha}{dz}-\beta W\\ \beta\frac{d\alpha}{ds}-\alpha\frac{d\beta}{ds}&=\frac{d\alpha}{dy}-\frac{d\beta}{dx}-\gamma W\end{aligned}\right\}\;.\;.\;.\;(33),$$

$$\text{gdzie}\quad W=\alpha\left(\frac{d\beta}{dz}-\frac{d\gamma}{dy}\right)+\beta\left(\frac{d\gamma}{dx}-\frac{d\alpha}{dz}\right)+\gamma\left(\frac{d\alpha}{dy}-\frac{d\beta}{dx}\right)\ldots(34).$$

Podnosząc równości (33) do drugiej potęgi i biorąc ich sumę znajdujemy

$$\left(\frac{1}{R_s}\right)^2=\left(\frac{d\beta}{dz}-\frac{d\gamma}{dy}\right)^2+\left(\frac{d\gamma}{dx}-\frac{d\alpha}{dz}\right)^2+\left(\frac{d\alpha}{dy}-\frac{d\beta}{dx}\right)^2-W^2\;.\;.\;(35).$$

Z równań (19) wypada że

$$\left.\begin{aligned}&u=\alpha V,\quad v=\beta V\quad i\quad w=\gamma V\\ i\quad &V^2=u^2+v^2+w^2\end{aligned}\right\}\;.\;.\;.\;.\;(36).$$

Ostatnie z tych równań daje:

$$\left.\begin{aligned}\frac{dV}{dx}&=\alpha\frac{du}{dx}+\beta\frac{dv}{dx}+\gamma\frac{dw}{dx}\\ \frac{dV}{dy}&=\alpha\frac{du}{dy}+\beta\frac{dv}{dy}+\gamma\frac{dw}{dy}\\ \frac{dV}{dz}&=\alpha\frac{du}{dz}+\beta\frac{dv}{dz}+\gamma\frac{dw}{dz}\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (37),$$

a więc

$$\frac{dV}{dx}\alpha+\frac{dV}{dy}\beta+\frac{dV}{dz}\gamma=\frac{dV}{ds}=\frac{du}{dx}\alpha^2+\frac{dv}{dy}\beta^2+\frac{dw}{dz}\gamma^2+$$

$$+\left(\frac{dw}{dy}+\frac{dv}{dz}\right)\beta\gamma+\left(\frac{du}{dz}+\frac{dw}{dx}\right)\gamma\alpha+\left(\frac{dv}{dx}+\frac{du}{dy}\right)\alpha\beta \ldots (38).$$

Warunek ciągłości cieczy (2), gdy zastąpimy w nim ilości u, v, w przez im równe αV, βV i γV daje

$$\frac{d\alpha}{dx}+\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\gamma}{dz}=-\frac{1}{V}\cdot\frac{dV}{ds} \quad \ldots\ldots (39).$$

Tak samo przekształcone wzory (7) dają

$$\left.\begin{aligned}2\lambda&=\gamma\frac{dV}{dy}-\beta\frac{dV}{dz}-\left(\frac{d\beta}{dz}-\frac{d\gamma}{dy}\right)V\\ 2\mu&=\alpha\frac{dV}{dz}-\gamma\frac{dV}{dx}-\left(\frac{d\gamma}{dx}-\frac{d\alpha}{dz}\right)V\\ 2\nu&=\beta\frac{dV}{dx}-\alpha\frac{dV}{dy}-\left(\frac{d\alpha}{dy}-\frac{d\beta}{dx}\right)V\end{aligned}\right\} \quad \ldots (40).$$

Z tych ostatnich wzorów wyprowadzamy, że

$$2(\lambda\alpha+\mu\beta+\nu\gamma)=2\Omega\cos(j,s)=-W.V \quad \ldots (41).$$

W razie więc gdy ilość W dla wszystkich punktów przestrzeni będzie zerem, wichrowate włókna cieczy i strugi będą przecinać się wzajemnie pod kątem prostym.

Jeżeli funkcyę V, przedstawiającą przenośną prędkość cząsteczek, uczynimy równą dowolnej stałej ilości C, otrzymamy równanie powierzchni, której nadamy miano *powierzchni jednakowej prędkości.*

Kierunek normalny N do tej powierzchni określa się przez wzory:

$$h_V\cos(N,x)=\frac{dV}{dx},\quad h_V\cos(N,y)=\frac{dV}{dy},\quad h_V\cos(N,z)=\frac{dV}{dz}$$

gdzie $$h_V=\sqrt{\left(\frac{dV}{dx}\right)^2+\left(\frac{dV}{dy}\right)^2+\left(\frac{dV}{dz}\right)^2}=\frac{dV}{dN} \quad \ldots (42).$$

(*C. d. n.*)

PERSPEKTOGRAF,[1]

PRZYRZĄD SŁUŻĄCY DO KREŚLENIA OBRAZÓW PERSPEKTYWICZNYCH

WYNALEZIONY PRZEZ

inżyniera Piotra Fiorini'ego.

(Tab. IX).

Na wystawie architektonicznej, odbytej w roku 1890 w Turynie, zwracał uwagę techników przyrząd, nazwany przez wynalazcę *perspektografem.* Komitet wystawowy sędziów uznał praktyczność tego przyrządu i odznaczył go złotym medalem.

Przyrząd ten opisywałem na zebraniu Sekcyi technicznej w Warszawskim Oddziale Towarzystwa Popierania Przemysłu i Handlu. Że zaś znaleść on może w wielu razach praktyczne zastosowanie, powtarzam na piśmie jego opis, aby poznajomić z nim szersze koło techników.

Przyrząd ten służy do otrzymania rysunku w rzucie centralnym (obraz perspektywiczny) ciała, którego są nam dane dwa rzuty: poziomy i pionowy, lub też plan i elewacya.

Igła, ołówek i liniał pozostają w tym przyrządzie we wzajemnym ze sobą związku; działanie przyrządu zaś odbywa się w ten sposób, że ołówek kreśli na papierze ten punkt przestrzeni, który w danej chwili wskazany jest przez igłę i przez liniał na rysunkach rzutów poziomego i pionowego tegoż punktu.

Zadania mogą być rozwiązywane w najobszerniejszym zakresie: punkt widzenia i płaszczyzna rzutu centralnego (płaszczyzna obrazu) mogą być dowolnie obrane,— rozumie się w granicach dopuszczalnych przez wielkość przyrządu.

Kreślący ustawia rysunki rzutów prostokątnych (ortogonalnych) według potrzeby i uznania. Ten nawet wypadek nie jest wykluczony, gdy płaszczyzna obrazu przecina jeden z rzutów prostokątnych. W tym wypadku, obraz perspektywiczny części ciała, przekraczającego po za płaszczyznę obrazu, będzie w perspektywie równy lub większy od wymiarów rzutów prostokątnych.

Nie potrzeba przytem żadnych przygotowawczych rysunków perspektywicznych, ani pomocniczych kreśleń geometrycznych; nawet użycie skali jest niepotrzebne. Dwa rzuty prostokątne wystarczają i to w razie czy mamy do czynienia z figurą o dwóch czy też o trzech wymiarach.

W każdym wypadku przytwierdzają się do deski rysunkowej dwa rysunki, będące rzutami prostokątnemi danej figury lub ciała, i nie porusza się ich aż do ukończenia wykreślenia perspektywy. Oprócz tego można z tychże samych rzutów prostokątnych otrzymać różne perspektywy; na to wystarcza przesunięcie jednego lub obudwu rzutów bez poruszania z miejsca danego przyrządu.

Przyrząd ten zbudowany został na podstawie następującego rozumowania:

Wyobraźmy sobie dwie ortogonalne płaszczyzny, dla których linią ziemną jest linia LT (rys. 1). Rzutami danych punktów na płaszczyznie poziomej niech będą A^0, A' i B^0, B'. Punkty $O^0 O'$ są rzutami oka, zaś linia $P^0 P'$ oznacza ślad płaszczyzny perspektywicznej.

Przeprowadźmy promienie $O^0 A^0$, $O^0 B^0$, które są promieniami widzenia w rzucie poziomym i $O'A'$, $O'B'$, które są takiemiż promieniami widzenia w rzucie pionowym, a otrzymamy·

I) W przecięciach tych promieni z płaszczyzną P^0P' t. j. w punktach $a^0 a'$, $b^0 b'$ rzuty punktów $(A_1{}^0 A')$ $(B_1{}^0 B')$. Przeprowadziwszy zaś linię 1t równoległą do LT w odległości równej *odległości zasadniczej* (t. j. odległości O^0O' od $P^0 P'$) i opuściwszy z punktu o' prostopadłe $o'\alpha$, $o'\beta$ do $O'A'$ i $O'B'$, to odległości punktów α, β od punktu O' linii 1t będą równe odległościom odpowiednich punktów a', b' od punktu O' położonego na linii O^0O' a nadto odległość punktu α do β na linii LT będzie się równać odległości punktu a' od b' na linii P^0P'. Prostopadłe przeto przeprowadzone od punktów a^0, b^0 i α, β do linii $P^0 P'$ i LT dadzą w punktach przecięcia, t. j. w punktach A i B perspektywę tychże punktów (A^0, A') i (B^0, B'). a linia AB będzie perspektywą linii łączącej te punkty.

II) Wyobraźmy sobie w przestrzeni (rys. 2) punkt A_1, którego rzutem *pionowym* jest punkt A_1', znajdujący się na linii poziomej $L_1 T_1$ równoległej do obranej linii ziemnej LT. Niech ten punkt A_1 przesunie się w przestrzeni w kierunku pionowym i niech wielkość przesunięcia wynosi $A_1'A_2'$. Rzut pionowy punktu A_1 będzie teraz leżał na L_2T_2. Rzut perspektywiczny punktu ruchomego A_1 a rzut brany względem punktu oka O_1', przesunie się z punktu a_1' położonego na promieniu $A_1'O_1'$ do punktu a_2' położonego na promieniu $A_2'O_1'$. Wielkość przesunięcia będzie równa $a_1'\,a_2'$. Przesunięcie się to można otrzymać na linii LT, a mianowicie jest

[1]) Zastrzega się prawo wyrabiania tego przyrządu, jako też przedruk niniejszego artykułu.

ono równe odległości $\alpha_1 \alpha_2$, zawartej pomiędzy dwiema liniami, spuszczonemi prostopadle z punktu o' na promienie $A_1'O_1'$ i $A_1'O_2'$. Promienie te zaś powstały przez połączenie pierwotnego punktu A_1' z punktem O_1' i jeszcze z drugim punktem O_2', położonym poniżej na prostopadłej do LT w odległości $O_1'O_2' = A_1'A_2'$.

Przy opisywaniu samego przyrządu zatrzymam te same litery, których użyłem przy kreśleniu rys. 1 i 2.

Dwa liniały metalowe LT i p^0p' (rys. 3) stale z sobą połączone pod kątem prostym, z naniesioną na takowych skalą lub bez takowej, stanowią drogi, po których przesuwają się punkty zmienne i stanowią podstawę przyrządu.

Krzyż ten ustawia się stale na desce rysunkowej, rozdzielając w ten sposób pole na 4 części: Tqp^0, p^0qL, Lqp' i $p'qT$. Z tych pól I i III służą do nałożenia rysunków rzutów: poziomego i pionowego, II-e zaś pole służy do otrzymywania żądanego obrazu perspektywicznego.

Ramię A^0O^0, opatrzone jest w punkcie A^0 igłą, służącą do prowadzenia po liniach rzutu poziomego. Igła A^0 podczas ruchu powinna być nasadzona pionowo do deski rysunkowej. Drugi koniec ramienia suwa się w łożysku tarczy O^0, przytwierdzonej w punkcie O^0 do ramienia z o, w ten jednakże sposób, że tarcza utrzymuje swobodny ruch na osi O^0. Ramię zaś z o przytwierdza się przy pomocy dwóch sztyftów, umieszczonych w końcach takowego, do deski rysunkowej w pozycyi równoległej do linii p^0p', w odległości jednak od niej dowolnej.

Oś igły A^0 i oś tarczy O^0 powinny dokładnie znajdować się w jednej płaszczyznie, przechodzącej przez oś ramienia A^0O^0, a prostopadłej do deski rysunkowej. Wzajemne to położenie: osi, tarczy i ramion w płaszczyznach prostopadłych odnosi się i do tych wszystkich części składowych przyrządu, o których powiem poniżej.

Krzyżownica o'd f e O' składa się z trzech ramion o'd, f e, v O'. Pierwsze z nich suwa się w łożysku, utworzonem w tarczy o', która ze swej strony, ruchoma na osi o', przytwierdzona jednak jest przy pomocy krótkiego ramienia s do stałego liniału p^0p' na odległości określonej od linii LT. Przez punkt o' przechodzi płaszczyzna perspektywiczna, której ślad P^0P' jest równoległy do liniału p^0p'. Dwa drugie ramiona opisywanej krzyżownicy stanowią właściwie jedno ramię, złożone z dwóch części, a przytwierdzone stale pod kątem prostym do ramienia d o' w punkcie v. Część tego złożonego ramienia, a mianowicie część f e przytwierdzona jest pod ramieniem d o', część zaś vO' przytwierdzona jest nad temże ramieniem d o'. Ramię v O' suwa się w łożysku tarczy O', na osi której zresztą może się obracać. Ramię z'x można przesuwać; jest ono bowiem ruchome w łożysku, wyrobionem w ramieniu z o. Oś ramienia z o, jego przedłużenia z'x i punkt O^0 winny się znajdować na jednej płaszczyznie, prostopadłej do linii LT. W końcu ramienia z'x, prostopadle do tegoż, przytwierdzony jest liniał x y. Liniał ten, podczas kreślenia, ustawia się przy pomocy ostrego sztyftu pod nim umieszczonego, na liniach odpowiedniego wyniesienia rzutu pionowego.

Do ramienia A_0 v, w połowie jego długości, w punkcie u, przymocowane jest ramię A_1u. W punkcie A^0, jak się wyżej rzekło, znajduje się igła, którą się wodzi po liniach rysunku. Ramiona A^0v i A'u służą ku temu celowi, aby igła A^0 znajdowała się w położeniu ściśle prostopadłem do linii LT. W tarczach v i A' porobiono łożyska, pozwalające na przesuwanie się tarcz po liniale LT. Oprócz tego na wierzchu tarczy A' znajduje się drugie łożysko, w którem suwa się ramię e f.

Dwa ramiona gg' i hh', stanowiące jedną całość, położone są względem siebie pod kątem prostym. Ramię gg' obejmuje liniał LT i po takowym się suwa, mając na swojem przedłużeniu, w punkcie α, przytwierdzone na osi ramię o' d. Przy ruchu, ramię hh' przesuwa się zawsze w kierunku równoległym do p^0p' i to o tyle, o ile α przesunie się po linii LT.

Inna krzyżownica, złożona z ramion k k' i m m' suwa się po ramieniu p^0p'; na przedłużeniu zaś ramienia m m' w punkcie a^0 znajduje się tarcza, której oś przypada na przecięciu linii P^0P' i A^0O^0. Łożysko w tej tarczy wyżłobione pozwala przesuwać się w niem ramieniowi A^0O^0.

W punkcie A nakoniec znajduje się ołówek, osadzony pod tarczą, po nad którą przechodzą ramiona hh' i mm', a te ze swej strony zmuszają punkt A kreślić wszelkie zmiany ruchu, przebytego czy to przez punkt α czy to przez punkt a^0.

Przy ustawieniu przyrządu należy naprowadzić ramię z o wraz ze znajdującą się na niem tarczą O^0 w żądanej pozycyi, pamiętając, iż punkt O^0 jest rzutem poziomym oka. Następnie przymocować należy punkt s tak, aby odległość o' od linii LT była równa odległości O^0 od linii P^0P'. W praktyce osiąga się to najlepiej, ustawiając ramię A^0O^0 na osi ramienia mm' i przesuwając ramię z'x dopóty, dopóki punkt O' nie znajdzie się w linii LT; wówczas znajdzie się miejsce, w którem utrwalić należy punkt s na ramieniu p^0p'.

Następnie umieszcza się rysunki rzutów ortogonalnych: jedno w kwadrancie Tqp^0 — zazwyczaj plan; w kwadrancie zaś Lqp' umieszcza się rysunek rzutu pionowego. Rysunek rzutu poziomego, względnie do śladu P^0P', w odległości i pozycyi dowolnej i żądanej.

Przyrząd opisany jest tak skonstruowany, że z łatwością, za pomocą niego, można otrzymać nieskończoną ilość obrazów perspektywicznych przez samo przestawianie rzutu poziomego (planu) względnie do linii P^0P, nie przestawiając położenia punktów oka O^0 i o'.

Rysunek rzutu pionowego, umieszczony w kwadrancie Lqp' winien być tak ułożony, aby liniał x y przykrywał tę linię, która w rzucie poziomym jest kreślona przez igłę.

Ramię x y wraz z ramieniem z'x należy, podczas kreślenia, przesuwać w łożysku ramienia z o i czasowo przymocowywać przy pomocy śruby o' tak, aby liniał x y przykrywał zawsze te linie rzutu pionowego, które na rzucie poziomym są oprowadzane w danej chwili przez igłę A^0.

Zaznaczam przytem, że rysunek rzutu pionowego może być umieszczony w położeniu wskazanem na szkicu, lub też w położeniu odwróconem na 180°. W pierwszym wypadku otrzymujemy obraz perspektywiczny właściwy; w drugim wypadku otrzymujemy obraz perspektywiczny w odbiciu zwierciadlanem.

Obraz perspektywiczny linij prostych lub krzywych, znajdujących się w płaszczyznach równoległych do płaszczyzny rysunku, leżącego w kwadrancie Tqp^0, będzie oznaczony linią ciągłą. Rysunek perspektywiczny linij pionowych osiąga się w ten sposób, że w danym punkcie pozostawia się igłę A^0, a przesuwa się ramię x y za pomocą wsuwania ramienia z'x w łożysko ramienia z o.

Jak wyżej powiedziałem, przyrząd ten może przedstawić w obrazie perspektywicznym każdy punkt przestrzeni, o ile igła A^0 wsparta jest na rysunku rzutu poziomego, a liniał x y na rysunku rzutu pionowego. Zatem i linie krzywe w przestrzeni mogą być nakreślone przez oznaczenie punktów, składających tę krzywą.

Dla otrzymania obrazu perspektywicznego przedmiotów, których przecięcia poziome są na różnych wysokościach, jak to ma miejsce np. przy rozmaitych piętrach jednego domu, nie potrzeba uciekać się do nanoszenia wszystkich planów poziomych na jeden rysunek; lecz należy zachować tę jedynie ostrożność, aby punkty nad sobą położone w przestrzeni, znajdowały się, przy przemianie rysunków, nad punktami usuniętego rysunku. Dla tego celu wystarczy mieć rysunki jednakowych wymiarów, lub po prostu położenie ich w kwadrancie Tqp_0 określić przy pomocy znaków, zrobionych przekłuciem.

Dla dokładności rysunku można kreślić obrazy linij prostych w planie przy pomocy linii zwykłej; chociaż przy niewielkiej wprawie dochodzi się do dokładnego prowadzenia igły, tak, iż linie wychodzą czyste, a nie falowate.

W trakcie roboty można ramię A^0v przełożyć w ten sposób, aby punkt v znajdował się po lewej stronie punktu A'. Przekłada się to zaś dla tego, aby igła A^0 mogła dosięgnąć najdalszych punktów kwadrantu Tqp^0 bez potrzeby robienia zbyt długiego liniału LT.

Możnaby zresztą zastąpić system, którym związane są ramiona A^0v i A'u przez system dwóch ramion prostopadłych podobnych do układu ramion kk' i mm'.

Wymiary tego instrumentu są względnie małe; wielkość bowiem jego nie przenosi sumy największych wymiarów planu poziomego i pionowego rysunków, których żądamy mieć obrazy perspektywiczne. Przyrząd ten można z łatwością rozbierać i składać, posługując się przy tej czynności

jedynie dłutkiem. Rozebrany przyrząd przechowuje się w podługowatem, wąskiem pudełku.

Dołączone rysunki wskazują niektóre rezultaty zastosowania tego instrumentu. Z planu (rys. 4) i elewacyi (rys. 5) otrzymano dwa widoki perspektywiczne (rys. 6 i 7) wielce różne pomiędzy sobą. Niektóre linie opuszczone są na rysunku, jako mogące być łatwiej nakreślone przy pomocy linii, aniżeli przy pomocy perspektografu. Linie krzywe są określone szeregiem następujących po sobie przecięć, których granice dostatecznie określają krzywe konturów.

Dla oznaczenia doniosłości perspektografu porównam go z egzystującemi już przyrządami, których zadaniem jest również kreślenie obrazów w perspektywie; chociaż zbudowane na podstawach różnych od opisywanego przyrządu. Wszystkie te przyrządy w rezultacie okazały się niepraktyczne, bądź to ze względu na zbytnią zawiłość ich konstrukcyi, bądź ze względu, że wymagają kreśleń pomocniczych. I tak:

Instrument do kreślenia w perspektywie figur geometrycznych A. Brix'a [1]) służy do kreślenia obrazów w perspektywie na zasadzie li tylko planów poziomych i wymaga posiłkowania się dwoma skalami w podziałce milimetrowej do nanoszenia na instrument wymiarów, odpowiadających wysokościom rzutu pionowego.

Przyrząd ten tworzy całość nadzwyczaj skomplikowaną; części zaś jego składowe są rozmieszczone na podwójnej platformie, z których każda komunikuje drugiej odczuty ruch, aby następnie przekazać ten ruch ołówkowi przy pomocy długiej, czułej nici, nawiniętej na całym systemie kółek transmisyjnych. Ta nadzwyczajna komplikacya przyrządu, jak również potrzeba posiłkowania się skalami i nicią, będącą, bądź co bądź, zawsze rozciągliwą, sprawia, że dokładność otrzymanych obrazów pozostawia zbyt wiele do życzenia i robi przyrząd ten niezdatnym do użytku.

Mniej złożonym od poprzedniego jest przyrząd *H. Rittera* z Frankfurtu [2]); jednakże i ten służy tylko do kreślenia obrazów perspektywicznych z planów lub przecięć poziomych; gdzie zaś skreślić należy obrazy z przecięć równoległych do poziomych, tam również trzeba zastosowywać dwie skale, zdjęte z przecięcia pionowego, a które nanosić trzeba na przyrząd przy pomocy dwóch pasków papierowych, aby służyły za środek oryentacyjny. Oprócz tego, zdarzają się wypadki, że w trakcie roboty trzeba przestawiać rysunek lub jedną ze skal; w innych znowu wypadkach trzeba umniejszać cały rysunek i obie skale. Przytem rozmiary tego przyrządu są zbyt wielkie w stosunku do rysunku, z którego się perspektywę zdejmuje i nie daje przytem obrazów dokładnych, szczególniej dla punktów bliskich horyzontu (naziomu); trzeba bowiem przy przejściu przez linię horyzontu zmieniać niektóre części przyrządu. Ten przyrząd ma jeszcze i tę niedogodność, że nie da się użyć, jeśli figura, z której perspektywę zdejmujemy, przecięta jest przez płaszczyznę perspektywiczną, albo nawet jest bliską tej płaszczyzny. A zatem pole działania tego przyrządu jest bardzo ograniczone; otrzymywać bowiem można z danych figur małe tylko obrazy perspektywiczne.

Lepszy nieco od poprzednio opisanych jest, naukowo dobrze obmyślany *aparat perspektywiczny* prof. *G. Hancka* z Berlina [3]). Lecz i ten przyrząd przedstawia cały szereg trudności tak w sposobie użycia, jako też i w konstrukcyi samej. Pomimo ciągłych usiłowań jednego z najlepszych niemieckich mechaników, dotychczas nie potrafiono przełamać trudności, tak że w rezultacie przyrząd pozostaje tylko dobrem teoretycznem rozwiązaniem zadania. Przyrząd ten, rozmiarów bardzo dużych względnie do zdejmowanego rysunku (około 5 razy jest on dłuższy i szerszy od rysunku), składa się z 16 ramion z sobą powiązanych i na siebie wzajemnie oddziaływających, z 21 tarcz obrotowych; a oprócz tego z 2 igieł i 1 ołówka. Tarcze i ramiona przymocowuje się do deski, za pomocą ostrych sztyftów, w które te części są zaopatrzone. Wzajemne ich jednak położenie i położenie rysunków obydwóch rzutów prostokątnych należy przed tem oznaczyć za pomocą rysunku przygotowawczego. Przy każdej zmianie danych, trzeba przerabiać rysunki przygotowawcze. Jednocześnie kierować trzeba obydwoma igłami, z których jedna bieży po rysunku rzutu poziomego, druga po rysunku rzutu pionowego; rysujący zatem musi jednocześnie pracować obydwoma rękami i jednocześnie mieć na oczach 2 igły i ołówek. Dla usunięcia tej trudności należy albo pracować jednocześnie w dwie osoby, lub też stopniowo przyśrubowywać i odśrubowywać części tego przyrządu.—Poważniejszą jednak ujemną stroną tego przyrządu jest jego nadzwyczajna komplikacya, wymagająca dokładności prawie matematycznej; najmniejsza bowiem niedokładność w przyrządzie, potęguje niedokładności w rysunku, w skutek oddziaływania wzajemnego na siebie ramion przyrządu. Oprócz tego, pole działania przyrządu jest bardzo ograniczone, a w częstych wypadkach, wzajemne położenie części przyrządu nie pozwala na funkcyonowanie.

Znane przeto dotychczas przyrządy niedokładnie spełniają swoje przeznaczenie, oszczędzając mało czasu, w obec potrzeby przygotowawczych rysunków, i dając, w rezultacie, bardzo niedokładne rysunki.

Przeciwnie perspektograf *Fioriniego* jest w zasadzie pozbawiony tych wszystkich błędów, a praktyka wykazała jego strony dodatnie. Zewnętrzne i wewnętrzne widoki budynków, posągi, maszyny, części dekoracyjne etc. wychodzą czysto i dokładnie. Zastosowanie tego przyrządu dla inżynierów, budowniczych, mechaników, malarzy, jako też dla nauki rysunków ma wielkie zastosowanie. Trudność i strata czasu przy otrzymywaniu obrazów w perspektywie, szczególniej z linij krzywych, są stanowczo usunięte.

Przytem nadmienić jeszcze należy, iż zamieniając w perspektografie igłę na ołówek, można otrzymać rysunek jednego rzutu prostokątnego, mając dane: drugi rzut prostokątny i widok perspektywiczny.

W końcu nadmieniam, iż perspektograf, pomimo jego ceny względnie wysokiej, wynoszącej bowiem 350 franków, wielu znalazł nabywców na wystawie; pomiędzy innemi: ministeryum oświaty — dla celów nauki i zarządy miejskie dla swoich biur.

Cena wysoka perspektografu tłomaczy się — patentem i potrzebą dokładnego wykończenia przyrządu we wszystkich szczegółach. Dotychczas perspektograf jest wyrabiany przez samego tylko wynalazcę, inżyniera *Fioriniego*, zamieszkałego w Turynie na via dei Mille № 9. Interesowani znieść się wprost muszą z wynalazcą; o ile bowiem mi wiadomo w sprzedaży nigdzie się jeszcze nie znajdują te przyrządy.

T. Krzyżanowski.

[1]) Instrument zum Aufzeichnen perspectivischer Bilder von geometrischen Figuren. Patentschrift N. 27646.

[2]) Instrument zur mechanischen Herstellung perspectivischer Bilder aus geometrischen Figuren etc. Patentschrift N. 29002.

[3]) Mein perspectivischer Apparat von *Guido Hanck*. Separatabdruck aus der Festschrift der königlichen Technischen Hochschule zu Berlin 1884.

PRZENOSZENIE I ROZPROWADZENIE SIŁY
ZA POMOCĄ WODY POD CIŚNIENIEM.

Użycie wody pod ciśnieniem dla wprowadzenia w ruch wind, kranów i innych maszyn specyalnych, jako to: pras, maszyn do nitowania, rozszerzyło się znacznie od chwili wynalezienia akumulatora hydraulicznego przez *Williama Armstronga*. Woda nadaje się jak najlepiej dla wprowadzenia w ruch maszyn o wolnym chodzie a małej objętości, które w danej chwili mają rozwinąć znaczną siłę, użyć ją bowiem można pod znacznem ciśnieniem, przewyższającem nawet 50 atmosfer; nadto dzięki jej nieściśliwości otrzymuje się zupełną dokładność w poruszeniach motoru.

Znanem jest, zdaje się, wszystko co się tyczy użycia wody pod ciśnieniem dla wprowadzenia w ruch różnego systemu kranów i wind. Poprzestaniemy na zwróceniu uwagi na niektóre niedogodności, które się napotykają przy użyciu wody w tym celu. I tak, wydatek siły, dla podniesienia ciężaru

do pewnej wysokości, proporcyonalnym jest do objętości wytworzonej przez tłok; to jest że na podniesienie niewielkiego ciężaru, za pomocą danej windy, potrzebna jest taż sama ilość wody, jaka potrzebną jest do wzniesienia, do tej samej wysokości, ciężaru maximum, ze względu na który winda została przeznaczoną; siła zaś zbywająca jest pochłanianą w tych razach przez hamulec. W warunkach takich, widocznie, wydajność średnia transmisyi za pomocą wody jest niewielką.

Inaczej rzecz się przedstawia, kiedy woda pod ciśnieniem użytą jest dla wprawienia w ruch motorów przemysłowych o nieprzerywanym chodzie. Transmisya wodna może być wtenczas porównaną z transmisyą o powietrzu ściśnionem. Woda względnie do powietrza przedstawia tę korzyść że jest nieściśliwą. Nie potrzeba z nią żadnej prawie pracy przedwstępnej dla osiągnięcia ciśnienia choćby największego. Powietrze, przeciwnie potrzebuje być najprzód ściśnionem, chociaż praca potrzebna do ściśnienia może być zwróconą przez ekspansyę, w razie gdy takowej powietrze podlega w aeromotorze. Ekspansya jednakże nie jest zawsze możliwą; zresztą, używając jej, nie zwraca ona całkowitej pracy wydanej na stacyi centralnej, a że przytem użycie jej wymaga pewnego skomplikowania motoru, wypada że wprowadzenie ekspansyi nie przedstawia tak wielkich korzyści. Nadto użycie motorów, o powietrzu ściśnionem z ekspansyą, przedstawia jedną wielką niedogodność, mianowicie iż wymaga specyalnego dozoru, co nie ma miejsca przy wodomotorach.

Jeżeli zresztą woda, dla jej ciężaru gatunkowego nieporównanie większego od powietrza ściśnionego daje znaczne straty ciśnienia, przy znacznej prędkości, to z drugiej strony, przy użyciu wody, straty te są prawie niezależne od ciśnienia. Można więc powiększając ciśnienie i zmniejszając tym sposobem objętość wody potrzebnej dla danej pracy, zmniejszyć podług życzenia prędkość odpływu. W praktyce jednakże jest się ograniczonym w tym kierunku przez trudności, jakie napotykają się przy konstrukcyi wodomotorów o wielkiem ciśnieniu.

Wypada z wyżej przytoczonego, iż wybór ciśnienia i średnicy rur ma wielki wpływ na wydajność transmisyi. Dodamy iż nie mniejszy wpływ mają one na koszty ogólne urządzenia.

Wydajność transmisyi hydraulicznej, podobnie jak i transmisyi pneumatycznej, wypada z pomnożenia trzech czynników jakiemi są: wydajność maszyn na stacyi centralnej, wydajność przewodu i wydajność wodomotoru.

Maszyny stacyi centralnej. Urządzenia tejże składają się: z motoru zwykle parowego z kotłami, z jednej lub kilku pomp tłoczących i z akumulatorów. Nie wejdziemy w znane szczegóły tyczące się tych aparatów.

Zaznaczamy tylko, iż akumulator gra rolę podobną do zbiorników powietrza; to jest iż reguluje odpływ wody ale w sposób dokładniejszy niż te ostatnie. W samej rzeczy ciśnienie w zbiornikach powietrza zmienia się ciągle. Jeżeli, w danej chwili, wydatek powietrza przewyższa znacznie wytwarzalność, zbiorniki wypróżniają się i ciśnienie upada. Akumulatory, przeciwnie, podtrzymują ciśnienie prawie stałe; zmienia się ono bowiem tylko o ilość nieznaczną przedstawioną przez opadnięcie niewielkie tłoka. Własność ta czyni akumulator bardzo dogodnym aparatem dla wprawienia w ruch kranów i pras, które w danej chwili wymagają użycia znacznej siły, przytem wydatek wody akumulatora łączy się z wydatkiem pomp; w chwilach bezczynności aparat za to robi zapas siły.

Wydajność urządzenia może być wyrażoną przez stosunek pracy użytecznej, przedstawionej przez ilość wody wydanej w danym czasie pod naznaczonem ciśnieniem, do pracy pary na tłoki motoru. Dla aparatów wielkich wymiarów wydajność wynosi co najmniej 0,750. I tak w dokach marsylskich wyniosła ona 0,765, przy ciśnieniu wody dochodzącem do 52 atmosfer.

Kanalizacya. Składa się ona z rur złączonych flanszami, za pomocą gumowych krążków umocowanych w odpowiednich zagłębieniach. Złączenie to, bardzo proste i pewne, znane jest pod nazwiskiem złączenia Armstronga. Dla uniknięcia przerwy w obsłudze w razie pęknięcia rury, kanalizacya składa się często z podwójnego szeregu rur równoległych.

Straty ciśnienia mogą być wyliczone za pomocą wzoru *Darcy'ego.* Dla rury L metrów długości, której średnica jest D, strata ciśnienia J w atmosferach jest:

$$J = \frac{2\,b\,u^2}{10333\,D}\,L,$$

gdzie u jest prędkość wody w metrach na sekundę, b—spółczynnik, którego wartość zależy od średnicy rury i stanu wewnętrznej powierzchni rur.

Dla rur nowych żelaznych lub lanych *Darcy* podaje:

$$b = 0{,}000507 + \frac{0{,}00001294}{D}.$$

Zaleca on przytem podwoić tę wartość gdy, po pewnym przeciągu czasu powierzchnia wewnętrzna rury zostanie pokrytą osadem, co się zwykle zdarza.

Można w każdym razie naznaczyć sobie stratę ciśnienia, przyjąwszy odpowiednią prędkość u; tym sposobem jednakże dochodzi się do rur znacznej średnicy, co pociąga za sobą wielkie koszty, jeżeli się przytem nie przyjęło odpowiedniej wartości ciśnienia.

Przedłóżmy sobie do rozwiązania następujące zadanie: *Obliczyć prędkość* u *i ciśnienie* P *wodorozprowadzenia mającego dostarczyć na odległość* L, *za pomocą rury średnicy* D, *pracę* T_d *na sekundę wytworzoną na stacyi centralnej, przyjmując pewną wydajność* R_c *przewodu.*

Mamy równania:

$$T_d = 10333\,P\,\frac{\pi D^2}{4}\,u$$

$$J = \frac{2\,b\,u^2}{10333}\,L$$

$$R_c = \frac{P-J}{P}.\quad \text{Skąd:}$$

$$u = \sqrt[3]{\frac{2\,T_d\,(1-R_c)}{1000\,\pi\,b\,D\,L}} = 0{,}086\sqrt[3]{\frac{T_d\,(1-R)}{b\,D\,L}}\quad\ldots(1)$$

$$P = \frac{4\,T_d}{10333\,\pi\,D^2\,u} = 0{,}000123\,\frac{T_d}{u D^2}\quad\ldots\ldots(2).$$

Inne zadanie: *dają* T_d, R_c, L i P. *Wyznaczyć prędkość* u *wody i średnicę* D *rury*

$$u = 0{,}3187\sqrt[3]{\frac{P\,(1-R_c)^2\,T_d}{b^2\,L^2}}\quad\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

$$D = 0{,}0111\sqrt{\frac{T_d}{P\,u}}\quad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4).$$

Wartości te otrzymują się z powyżej przytoczonych równań, nie zwracając uwagi na zmiany spółczynnika b.

Pouczającem jest porównanie wody pod ciśnieniem z powietrzem ściśnionem względnie do wymiarów i wydajności przewodu. Porównanie to zostało zrobionem przez prof. *L. Trasenstera,* który przyjmował jednakże, że powietrze ściśnione użyte jest o pełnem ciśnieniu i zasadzał wyliczenie swoje strat ciśnienia na formułach nie odpowiadających wynikom przeprowadzonych doświadczeń. *Trasenster* zresztą, nie przyjął w rachubę — zapewne aby mieć na uwadze straty powodowane ujściem powietrza przez szpary—powiększania się objętości powietrza w miarę gdy ciśnienie opada w rurze. Doszedł on tym sposobem do wywodów, które w wielu wypadkach okazują się zanadto korzystnemi dla wody pod ciśnieniem, jeżeli szczególniej weźmiemy pod uwagę, ulepszenia jakie zaprowadzone zostały przy użyciu powietrza ściśnionego od czasu, gdy znakomity ten profesor ogłosił swą pracę.

Zajmiemy się jeszcze tą kwestyą szukając najprzód *jakie wartości należy dać prędkości odpływu i ciśnieniu wody aby, przy danej średnicy rury — i w przypuszczeniu że praca*

rozporządzalna na stacyi centralnej jest taką samą dla powietrza jak i dla wody — wydajność transmisyi miała wartość jednakową w obu razach. Przyjmiemy kolejno ciśnienie powietrza równe 4-em i 7-iu atmosferom, przypuściwszy iż prędkość odpływu równą jest 8-iu metrom na sekundę, nadto dla rury przyjmiemy średnicę 0,200 *m*; co do wody weźmiemy dla spółczynnika b wartość jego, odpowiadającą przypuszczeniu małych osadów pokrywających powierzchnię wewnętrzną rur, która to okoliczność zwykle się zdarza w praktyce.

Obecnie można otrzymać z 1 m^3 powietrza ściśnionego pracę równą pracy obliczonej w przypuszczeniu pełnej ekspansyi izotermicznej. Praca ta równą jest 57298 *kgm* [1]) dla powietrza o 4-ch atmosferach; równą ona zaś jest 140749 *kgm*, gdy ciśnienie początkowe dosięga 7 atmosfer. Praca T_d, którą może wydać objętość powietrza przepływającego przez sekundę w rurze 0,200 *m* średnicy z prędkością 8 *m* ma wartość wyrażoną przez:

$$T_d = 57298 \times \frac{\pi \times \overline{0,20}^2}{4} \times 8 = 14445 \; kgm \text{ w pierwszym razie}$$

$$T_d = 140749 \times \frac{\pi \times \overline{0,20}^2}{4} \times 8 = 35483 \; kgm \text{ w drugim razie.}$$

W poniższej tabliczce wpisane są wydajności dla powietrza ściśnionego, przy ciśnieniu przyjętem i prędkości powietrza, łącznie z wynikami, jakie otrzymują się dla prędkości i ciśnienia wody, zastosowując równanie (1) i (2).

Długość rury	Wydajność dla rury z powietrzem gdy u = 8 *m* i		Dla $P_1 = 4$		Dla $P_1 = 7$	
	$P_1 = 4$	$P_1 = 7$	Prędkość średnia u wody w metrach na sekundę	Ciśnienie P wody w atmosferach	Prędkość średnia u wody w metrach na sekundę	Ciśnienie P wody w atmosferach
100	0,995	0,996	1,26	35,3	1,58	69,2
500	0,983	0,987	1,11	40,1	1,37	79,7
1000	0,967	0,976	1,10	40,5	1,33	82,2
5000	0,842	0,887	1,09	40,8	1,31	83,4
10000	0,681	0,772	1,09	40,8	1,31	83,4
20000	0,331	0,523	1,10	40,5	1,33	82,2

Widzimy stąd, iż jeżeli porównamy wodę do powietrza pod ciśnieniem 4-ch atmosfer efektywnych i z prędkością średnią 8 *m* ciśnienia, to znajdziemy. że ciśnienie wody na odległości większe od 500 *m*, powinno wynosić więcej jak 40 atmosfer, to jest 10 razy ciśnienie powietrza dla tej samej wydajności. Jeżeli zaś przyjmiemy ciśnienie powietrza równe 7-u atmosferom, ciśnienie wody powinno dosięgać 12 razy tej ostatniej wartości, to jest więcej jak 80 atmosfer. Używa się jednakże rzadko wody pod ciśnieniem przenoszącem 50 atmosfer. Na stacyi w Frankfurcie nad Menem, przyjęto wprawdzie ciśnienie 75 atmosfer, nie należy jednak naśladować tego przykładu, jeżeli jak mówią wypadki pęknięcia rur nie należą tam do rzadkich.

Postawimy zatem sobie zadanie to w inny sposób. Poszukamy *jakie powinny być wartości prędkości wody i średnicy rury aby, z danem ciśnieniem, równem np. 50 atmosferom, woda wydała tę samą pracę co powietrze ściśnione o 7-u atmosferach.*

Należy tu zastosować wzory (3) i (4). Prowadzą one do następujących rezultatów:

Długość rury	Wydajność rury z powietrzem dla $P_1 = 7$ atm. i u = 8 metrom	Dla P = 50 atmosferom	
		Prędkość średnia u wody	Średnica D rury
100	0,996	1,48	0,242
500	0,987	1,22	0,265
1000	0,976	1,21	0,268
5000	0,887	1,18	0,273
10000	0,772	1,18	0,271
20000	0,523	1,19	0,270

Średnica rur jest największą gdy długość ich zawartą jest w granicach między 5000 i 10000 *m*. Jest ona wtedy wyższą o $\frac{271-200}{200} = 35\%$ średnicy rury powietrza ściśnionego.

Aby sobie zdać sprawę z powiększenia kosztów urządzenia, trzeba mieć na uwadze, że w razie wody pod ciśnieniem, wymiar grubości rur powinien być znacznie większym aniżeli przy powietrzu ściśnionem. Można przyjąć iż jeżeli wymiar grubości rur jest 10 *mm* dla powietrza o 6 atmosferach, nie będzie on niższym od 30 *mm* dla wody o ciśnieniu 50 atmosfer. Koszty obu sieci rur będą zatem w stosunku 335 do 1. Jakakolwiek jest, zresztą, wartość absolutna tego stosunku, niezawodnem jest iż transmisya wodna znacznie kosztowniejszą będzie od transmisyi o powietrzu ściśnionem, nawet przy jednakowych średnicach rur. Okoliczność ta wywrze wpływ tem dotkliwszy na cenę konia na godzinę, dostawionego abonentowi, im cena kanalizacyi stanowi ważniejszy czynnik, względnie do pozostałych kosztów urządzenia; w innych wyrazach, im sieć rur będzie dłuższą. Cena zatem jednostki siły, na odległość na jaką winna ona być przeniesioną, będzie rosnąć szybciej w razie użycia wody pod ciśnieniem, aniżeli w razie transmisyi za pomocą powietrza ściśnionego.

Wodomotory. Dzielą wodomotory do zużycia wody pod ciśnieniem na motory reakcyjne czyli *turbiny* i na *motory o słupie wody.*

Między motorami o słupie wody, najwięcej rozpowszechnionymi, przytaczamy maszynę o cylindrze wahadłowym *Schmidta* i maszynę Mégy,—pierwsza używaną jest w Szwajcaryi, druga we Francyi, jako też maszyna *Brotherhooda* z trzema cylindrami stałymi o pojedynczem działaniu, którą się spotyka w Anglii.

Maszyny o słupie wody mogą być konstrukcyi odpowiadającej rozmaitym ciśnieniom. Mają one zwykle wydajność znaczną i liczba obrotów ich przewyższa 150 na minutę. I tak: motor *Schmidta* działa wybornie przy 250 obrotach i wydajność jego jest rzadko niższą od 0,85. Wodomotory wyżej przytoczone są mało skomplikowane i nie podlegają częstym reparacyom. Wprawia się je w ruch otwierając po prostu kran od rury z wodą pod ciśnieniem, nadto nie potrzebują one stałego dozoru. Mają one jednakże jedną wielką niedogodność, a mianowicie iż wydatek siły nie może być zastosowanym do pracy żądanej; nie są one zatem w zupełności odpowiednimi do użycia w razie wielkich zmian w oporze.

Kilku konstruktorów starało się zapobiedz powyższemu brakowi elastyczności, budując motory o wydatku zmiennym. Doszli oni do tego różnymi sposobami. Jeden ze środków, zasadzający się na zmianach promienia korby, zastosowany został w wodomotorze Hastie, w którym czop korby zmienia swoje oddalenie, od osi obrotowej motoru automatycznie, pod wpływem regulatora dynamometrycznego. Można także ograniczyć czas wstępu, czyli dopływu wody, względnie do skoku tłoka, co wymaga aby cylinder w chwili kiedy dopływ wody ustaje, był połączony z rurą odpływową. System ten został przyjęty przez zakłady *Hoppego* w Berlinie. Cel powyższy, osiągnięcia wydatku zmiennego, został zatem osiągnięty, kosztem jednakże pewnych komplikacyj, szczególniej w motorach *Hoppego*, które nadto wymagają

---

[1]) Podług wzoru: $T_i = 10333 \, P_0 V_0 \log hyp \frac{P_1}{P_0}$

$T_i = 10333 \, P_0 \frac{P_1}{P_0} V_1 \log hyp \frac{P_1}{P_0}$

dla $V_1 = 1 \, m^3$ i $P_0 = 1$ atmosfer

$T_i = 10333 \, P_1 \log hyp \, P_1$.

nadzwyczajnej precyzyi w konstrukcyi. Motory te, udoskonalone, są względnie dość kosztowne.

Gdy opór zmienia się w granicach dość oddalonych, lepiej jest użyć *turbiny*. Kilka systemów, mianowicie turbina *Girarda* o osi poziomej i o cząstkowym dopływie wody, turbiny *Schiela*, *Duforta*, *Dulaita* i inne przydają się głównie do wytwarzania niewielkich sił. Stawidełka, poruszone automatycznie przez regulator, regulują wydatek wody odpowiednio do siły którą trzeba wytworzyć, nie obniżając przytem wydajności. Małe te turbiny mogą funkcyonować przy znacznej prędkości; jest to wielka korzyść, szczególniej gdy motor ma wprawiać w ruch maszyny dynamoelektryczne, służące do oświetlania elektrycznego, można bowiem natenczas wprawiać w ruch te ostatnie, bez transmisyi za pomocą pasów. Jednakże małe turbiny mają wydajność niższą od dobrych motorów o słupie wody; nie można liczyć przy nich na wydajność wyższą nad 0,70; nadto turbiny są niedogodne w użyciu gdy ciśnienie dosięga 40 lub 50 atmosfer, te zaś wysokie ciśnienia dają najlepszą wydajność.

Wydajność ogólna transmisyi hydraulicznej. Jest to stosunek pracy użytecznej wodomotoru, oznaczonej za pomocą hamulca, do pracy motoru, który wprawia w ruch akumulatory, oznaczonej za pomocą indykatora.

Należy, dla oznaczenia tej wydajności, pomnożyć przez siebie wydajność motoru wprawiającego w ruch akumulatory, którą można przyjąć = 0,75, wydajność przewodu i wydajność wodomotoru, którą przyjąć można = 0,70 dla turbiny i 0,80 dla wodomotorów o słupie wody, jeśli w tych ostatnich, praca którą należy rozwinąć, jest prawie jednostajną, lub jeśli wydatek wody, względnie do oporu, może być zmienianym.

Dla przewodu przyjąć można tę samą wydajność co dla powietrza ściśnionego o 7-u atmosferach, odpływającego z prędkością średnią 8 *m* na sekundę.

Dochodzimy w ten sposób do rezultatów wyrażonych w następującej tabliczce:

Długość przewodu	Wydajność motoru zasilającego akumulatory	Wydajność przewodu	Wydajność: wodomotoru o słupie wody	Wydajność: turbiny	Wydajność ogólna w razie użycia: wodomotoru o słupie wody	Wydajność ogólna w razie użycia: turbiny
100	0,75	0,996	0,80	0,70	0,59	0,52
500	„	0,987	„	„	0,59	0,52
1000	„	0,976	„	„	0,58	0,51
5000	„	0,887	„	„	0,53	0,46
10000	„	0,772	„	„	0,46	0,40
20000	„	0,523	„	„	0,31	0,27

Jeżeli się porówna te wydajności z takiemiż znalezionemi w ten sam sposób dla powietrza ściśnionego, dochodzi się do wniosku, iż oba systemy transmisyi równoważą się co do wydajności w razie jeśli wodomotory są o słupie wody. Jeśli używa się turbin, woda pod ciśnieniem wykazuje cokolwiek niższą wydajność. W żadnym razie jednakże, nie przedstawia ona wyższości, w stosunku do powietrza ściśnionego, przyjąwszy iż to ostatnie użyte jest z ekspansyą. Jeżeli się weźmie pod uwagę, iż koszt nabycia rur większym jest dla wody aniżeli dla powietrza, wtedy gdy inne koszty urządzenia w obu systemach pozostają prawie te same, dochodzi się do wniosku, iż przenoszenie siły da się ekonomiczniej osiągnąć za pomocą powietrza ściśnionego aniżeli za pomocą wody pod ciśnieniem, i że wyższość pod względem oszczędności, pierwszego systemu nad drugim, jest tem znaczniejszą, im odległość średnia stacyi centralnej do maszyn przyjmujących siłę jest większą. Interesującem jest porównanie, pod względem ceny jednostki pracy dostarczonej abonentom, rozprowadzenia wody pod ciśnieniem, funkcyonującego w Londynie, z rozprowadzeniem powietrza ściśnionego w Paryżu. W Londynie ciśnienie w akumulatorach wynosi 49 *kg* na *cm*² (700 funtów na cal kw.). Metr sześcienny wody kosztuje, ze względu na ilość spotrzebowaną, od 0,82 do 2,20 fr. i przedstawia ilość siły odpowiadającej pracy 49 000 *kgm*. Przyjmując iloczyn wydajności przewodu przez wydajność wodomotorów *Brotherhooda*, używanych w Londynie = 0,75, cena konia na godzinę lub 270 000 *kgm* wahać się będzie w granicach od

$$\frac{0,82}{0,75} \times \frac{270\,000}{490\,000} = 0,60 \text{ fr} \quad \text{i} \quad \frac{2,20}{0,75} \times \frac{270\,900}{490\,000} = 1.61 \text{ fr.}$$

W Paryżu spotrzebowanie powietrza, sprowadzonego do ciśnienia atmosferycznego, jest na konia efektywnego, podług prof. *Radingera*:

Od 60 do 70 m^3 dla maszyn obrotowych o sile $\frac{1}{2}$ konia i więcej, 22 m^3 dla maszyn z ekspansyą o powietrzu ogrzanem, 16 m^3 dla maszyn z ekspansyą o powietrzu ogrzanem z wstrzykiwaniem wody.

Metr sześcienny powietrza kosztuje 0,015 fr. Cena dodatkowa koksu, dla maszyn spotrzebujących powietrze ogrzane, wynosi $^1/_{30}$ ceny powietrza spotrzebowanego.

W tych warunkach cena konia na godzinę wynosi:

dla małych maszyn obrotowych . . .	od 0,90 do 1,05 fr.
„ maszyn z ekspansyą o powietrzu ogrzanem	0,34 fr.
„ maszyn z ekspansyą o powietrzu ogrzanem z wstrzykiwaniem wody	0,25 fr.

Dla maszyn obrotowych, ponieważ chodzi tu o małe spotrzebowanie powietrza, trzeba porównać cenę ich konia na godzinę, do najwyższej ceny konia na godzinę otrzymanej dla wody pod ciśnieniem. Dochodzi się tym sposobem do wniosku, iż użycie powietrza ściśnionego, w najniekorzystniejszych warunkach, jest jeszcze ekonomiczniejszem aniżeli użycie wody pod ciśnieniem w Londynie. Jeżeli zaś powietrze działa z ekspansyą, cena za konia na godzinę jest znacznie niższą, i wynosi zaledwie połowę tego co by kosztoła taka sama ilość pracy dostawionej za pomocą wody pod ciśnieniem, w warunkach najkorzystniejszych dla tej ostatniej.

Jeżeli w dalszym ciągu będziemy porównywać oba systemy rozprowadzenia siły, spostrzeżemy iż użycie wody pod ciśnieniem wymaga rury odpływowej, z wodomotoru do kanału miejskiego, gdy tymczasem nic łatwiejszego, jak wypuścić powietrze, używając go przytem do wentylacyi i odświeżania warsztatów, choć przyznać należy, iż podgrzewanie powietrza przedstawia pewne niedogodności.

Wyżej przytoczone względy nie są jedynymi na które trzeba zwrócić uwagę przy wyborze systemu rozprowadzania siły. Rodzaj maszyn, które powietrze lub woda mają wprowadzić w ruch, z dodatkowem ich zużytkowaniem, stanowi często ważną okoliczność na którą trzeba mieć wzgląd.

I tak w Londynie, gdzie postawiono sobie za zadanie stwarzając rozprowadzenie siły, obsłużyć liczne składy i doki nad Tamizą, i—gdzie głównie chodziło o wprawienie w ruch różnych kranów, słusznie woda pod ciśnieniem otrzymała pierwszeństwo nad innymi systemami.

Nie mniej w Paryżu, wybór powietrza ściśnionego był również szczęśliwym, ponieważ nie tylko służy ono do rozprowadzenia siły, ale również znalazło zastosowanie do specyalnych celów, jako to: do oziębiania piwnic i do przechowywania w stanie świeżości produktów spożywczych w licznych hotelach i restauracyach.

Pod względem elastyczności w zastosowaniu i różnych jego użytków, powietrze ściśnione będzie miało zawsze wyższość nad wodą pod ciśnieniem; wydaje się ono zatem korzystniejszem w użyciu od tego ostatniego czynnika w miastach, i ogólnie biorąc, w razach gdy nie chodzi wyłącznie o wprawienie w ruch kranów wind i o wytwarzanie światła.

LASY SŁODOWE O PŁYTACH RUCHOMYCH

SYSTEMU

P. Lauth'a.

(Tab. X).

Dobre i umiejętne suszenie słodu jest dla piwowara zadaniem znaczenia pierwszorzędnego. Ma ono na celu przez odparowanie wody z jęczmienia kiełkującego uczynić go zdatnym do przechowywania, nie niszcząc przez to jego właściwości charakterystycznych, nie osłabiając scukrzających zdolności zawartej w nim dyastazy. Do licznych konstrukcyj lasów słodowych przybyła jedna jeszcze, pomysłu *P. Lauth'a*. Podajemy jej opis według słów p. *R. Lezé*, prof. szkoły w Grignon, umieszczonych w „Le Génie civil", tom XVIII, str. 317. Lasy *Lauth'a* składają się ze słupa prostopadłego, podzielonego płaszczyznami poziomemi na szereg komór; ilość płaszczyzn warunkuje się robotą, jaka ma być uskuteczniana, wysokość zaś komór cylindrycznych warunkuje się wysokością warstw słodu, jaką winny zawierać.

Każda komora lasów składa się z podstawy, czyli dna z blachy żelaznej, podzielonego na szereg okiennic, czyli skrzydeł, stycznych względem siebie po dwa i otwierających się, lub zamykających również po dwa w ruchu obrotowym symetrycznym. Od strony zewnętrznej blacha ta wyciętą jest w sześć łuków kołowych, których środki tworzą wierzchołki sześciokąta prawidłowego.

W każdem dnie znajduje się siedm otworów, z których jeden umieszczonym jest w samym środku blachy, a sześć pozostałych tworzą wierzchołki wzmiankowanego prawidłowego sześciokąta. Każdy zaś z tych otworów otoczonym jest rurą blaszaną o ściankach dziurkowanych. Rura środkowa jest sześciościenną o ścianach prostopadłych wklęsłych, rury pozostałe są cylindryczne. Każda z rur nakrytą jest kapeluszem stożkowatym. W skutek tego, jeżeli piętro lasów naładowanem jest słodem, to gazy ciepłe, podnoszące się w górę w wieży, stanowiącej lasy, zmuszone są przechodzić przez blachy dziurkowane i warstwę słodu, stykającą się z niemi.

W dnach lasów umieszczone są ruchome wycinki; do poruszania ich służy koło z żelaza lanego, współśrodkowe z płaszczem lasów; może ono być poruszanem w dwóch kierunkach na rolkach za pośrednictwem śruby bez końca i odpowiedniego zazębienia. W kole rzeczonem zrobionem jest sześć rozszerzeń, i wewnątrz każdego z tych ogniw nacięte są dwa zazębienia: jedno na górnej jego połowie, a drugie na dolnej; te to zazębienia służą do obracania w kierunkach odwrotnych dwóch małych kółek zębatych, osadzonych na ośkach skrzydeł symetrycznych względem każdej z rur C.

Ruch koła porusza jednocześnie wszystkie skrzydła; gdy się je otworzy, słód spada na piętro niższe lasów; w stanie zamkniętym utrzymuje je śruba bez końca. Każde piętro posiada włazy w obydwóch płaszczach, stanowiących ściany lasów.

Powietrza ciepłego dostarcza kaloryfer z boku; bez wentylatora osobnego obywać się można, ponieważ lasy spełniają zadanie komina i utrzymują ciąg. Lepiej jednakowoż jest wdmuchiwać powietrze zarówno u spodu lasów, jak i na pewnej od spodu odległości; w takim razie możnaby dolnym komorom lasów dostarczać powietrza cieplejszego, któreby usuwało ostatnie ślady wilgoci ze słodu w tych komorach, już prawie zupełnie wysuszonego.

Rys. 1 wyjaśnia ruch gazów w suszarni; dwie styczne komory różnią się między sobą; kominki nad kanałami, w sześciokąt ustawionemi, doprowadzają gazy do ścianek dziurkowanych odpowiednich kanałów komory wyższej, dno zaś komory niższej jest całem, bez otworów pod wspomnianemi kanałami. Ruch też gazów w dwóch komorach stycznych ma kierunki odwrotne,— wchodzą one bowiem bądź przez dziurkowane ściany płaszcza wewnętrznego lasów i środkowej rury sześciościennej, bądź przez wzmiankowane kominki i dziurkowane ściany odpowiadających im kanałów. Nad szczytem znajduje się komin ciągowy z klapą do regulowania.

Postępowanie. Jęczmień z piwnic ładuje się na najwyższe piętro lasów; puszcza się w ruch wentylator dla gazów ciepłych, i po trzech godzinach ogrzewania jęczmień spuszcza się na sąsiednie niższe piętro, a piętro górne otrzymuje świeży ładunek. Co godzinę spuszczają się wszystkie ładunki. Temperaturę gazów podnosi się stopniowo. Temperaturę i ciśnienie wskazują termometry i manometry, w celu regulowania przez robotnika biegu wentylatorów i kaloryferu.

Naokoło i na zewnątrz aparatu wiją się ślimakowato schody kręcone z podestami naprzeciw każdych drzwi; jeden obrót ślimaka odpowiada podwójnemu piętru; w ten sposób drzwi dwóch piętr, bezpośrednio po sobie następujących, umieszczone są w punktach naprzeciwległych.

W biegu normalnym robota na tym przyrządzie jest prostą, dozór łatwym, a suszenie metodycznem od chwili, kiedy się umiarkowało dopływ powietrza ciepłego do każdego ziarna jęczmienia. Według zdania prof. *Lezé'go*, w szczęśliwem przeprowadzeniu podziału gazów leży wyższość lasów systemu *Lauth'a* nad dawniejszymi systemami.

Jest zrozumiałem, że przy dawniejszych urządzeniach na dużych przestrzeniach mogły się znajdować jednocześnie partye słodu przesuszonego obok niedosuszonego; szuflowanie, tak kosztowne i uciążliwe jest tylko półśrodkiem przeciw wadom poważnym jakie posiadają, między innemi, suszarnie niemieckie automatyczne.

Liczne doświadczenia wyjaśniają pytanie o kosztach suszenia i jakości słodu, otrzymywanego na lasach *Lauth'a*. Zużycie węgla ocenia się na 14 lub 15 *kg* na 100 *kg* słodu; w liczbie tej zawiera się już ilość opału, zużywana przez motor wentylatorów. Doświadczenia zaś nad jakością słodu doprowadziły do ścisłego regulowania temperatury.

W doświadczeniach podnoszono temperaturę do 114° a nawet 120°; te nadużycia byłyby w praktyce bardzo szkodliwemi; w zwykłych suszarniach w tych warunkach słód byłby spalonym i czarnym, i — w każdym razie, na lasach *Lauth'a* zarówno, jak i na lasach innych systemów, dyastaza słodu byłaby zabitą i stanowczo zniszczoną. Jednakowoż w doświadczeniach tych stwierdzono, że słód pozostał jasnym, co dowodzi, że nigdzie temperatura, która doszła do 120°, nie przekroczyła tych granic.

Tablica I.

	Słód suszono przy									
	85° C.			99° C.				120° C.		
	po godzinie biegu	w godzinę później	w godzinę później	po pół godziny biegu	w godzinę później	w godzinę później	w godzinę później	po godzinie biegu	w godzinę później	w godzinę później
7-a komora (górna) .	19	20	23	22	24	25	26	29	31	30
6-ta komora	22	24	27	24	27	27	29	34	42	41
5-ta „	26	27	20	26	31	32	34	42	47	48
4-ta „	36	44	47	50	50	50	51	56	66	69
Gazy ciepłe doprowadzane do 4-ej komory (termometr na zewnątrz)	51	52	51	54	62	67	67	67	67	68
3-a komora	57	58	60	51	62	67	67	81	81	82
2-a „	62	63	63	62	76	82	83	93	100	114
1-a „	85	84	84	86	90	99	95	106	120	121
Gazy gorące doprowadzane do 1-ej komory (termometr na zewnątrz)	82	85	85	90	96	97	95	114	120	115

Słody, wysuszone przy rozmaitych temperaturach były rozbierane w pracowni do badań fermentacyjnych Instytutu agronomicznego, przez jej kierownika p. *M. Kayser*, który znalazł liczby następujące :

Tablica II. Rozbiory słodów.

	Jęczmień algierski suszony przy				Jęczmień dwurzędowy z Caracassone, suszony przy			Jęczmień z Auvergne suszony przy		
	60°	85°	100°	120°	85°	100°	120°	85°	100°	120°
Wody	1,86	1,94	2,09	1,72	1,78	0,68	0	1,25	1,40	0,23
Ciał wyciągowych w ogóle	75,2	70,2	71,6	65,2	74,3	74,5	68,9	74,3	76	73,6
Maltozy	46	43,5	42,7	31,3	48,7	46	38,4	46	46,2	43,3
Dekstryny	26,2	24,2	24,1	30,2	25,3	23,7	28	21,4	23,7	26,2
Nie-maltoza do maltozy	0,63	0,61	0,68	1,09	0,52	0,60	0,79	0,61	0,64	0,70
Kwaśność	0,045	0,057	0,073	0,094	0,033	0,038	0,043	0,068	0,058	0,071
Czas scukrzenia	27′	33′	45′	120′	35′	50′	120′	20′	28′	52′

Tablica II wskazuje, że słód wysusza się zupełnie (wody zawiera maximum 2,09%) i że kwaśność jego pozostaje bardzo małą. Zawartość ciał wyciągowych w ogóle zmniejsza się z temperaturą; tak samo — zawartość maltozy.

Prof. *Lezé* zwraca jeszcze uwagę, że w biegu normalnym temperatura lasów nie dochodzi nigdy 120° a nawet 100°. Pracuje się zaś w temperaturze 70 do 80°, przy wentylacyi.

W. T.

O ROZWOJU WYSOKICH PIECÓW obliczonych na wielką produkcyę.[1]

(Tab. XI).

Rozpoczęte w r. 1880 w Ameryce usiłowania w celu zwiększenia wydajności wysokich pieców, osięgnęły w ostatniem dziesięcioleciu o wiele lepsze rezultaty aniżeli w ciągu poprzedzających lat trzydziestu. Nową epokę w tym względzie stanowią puszczone w r. 1880 wysokie piece *Edgar-Thomsona*, które odrazu zajęły pierwsze miejsce w stosunku do wielkości produkcyi i z wyjątkiem niedługiej przerwy dotąd godność tę piastują. Krótki więc opis ulepszeń i w ogóle postępu, jakiemu piece te w celu zwiększenia produkcyi podlegały, nie będzie zbyteczny. Ażeby jednak należycie ocenić, jaki postęp uczyniono w ostatnich czasach, przywodzę w krótkości kilka najlepiej funkcyonujących wysokich pieców, które okres tego rozwoju poprzedzały.

Pierwsze miejsce w tym względzie zajmował wysoki piec *Struthera* w Ohio, o wysokości 16,76 *m*; średnica przestronu wynosiła 4,88 *m*, średnica skrzyni — 2,75 *m*, średnica szczytu pieca 2,6 *m*. Za materyał opałowy służył węgiel. Piec ten wyprodukował w ciągu miesiąca grudnia 1871 roku 1627 ton surowca, w styczniu zaś 1872 roku — 1668 ton. Najwyższa produkcya tygodniowa wynosiła 406 ton czyli 58 000 *kg* na 24 godzin. W marcu tegoż roku produkcya wynosiła już 2064 ton czyli 66600 *kg* na dobę. — Średnica cylindra wiatrowego miechów parowych wynosiła 1,83 *m*, skok zaś tłoka 1,22 *m*. Jedyna zmiana która zaszła w urządzeniu tego pieca za przeciąg czasu od 1871 do 1876 roku było postawienie nowych podobnych miechów. Zaprawa tego pieca odpowiednio do ówczesnych pojęć była trochę za szeroka i pod tym względem dorównywała dzisiejszym wymaganiom; dobre zaś rezultaty w ogóle i zwiększenie się znaczne produkcyi przypisać należy umiejętności kierownika zakładów, który odstąpił od tradycyjnego sposobu mierzenia ilości wiatru przez ciśnienie, lecz regulował go przez ilość skoków tłoka miechów — sposób, który obecnie przeważnie jest używany. Piec N. 1 zakładów „Izabella" pod Pittsburgiem, wysoki 22,86 *m*, o średnicy w przestronie 6,1 *m* i mający 425 m^3 objętości, wyprodukował za przeciąg czasu od stycznia 1876 r. do maja 1880 r. w ogóle 119 456 ton surowca, czyli przeciętnie 2300 ton miesięcznie (76 t. dziennie). Na tonę surowca przypadało przeciętnie 1340 *kg* koksu. Temperatura wiatru wynosiła 540 — 590° C., ciśnienie zaś 0,28 — 0,42 *kg* na cm^2. — Piec N. 2 firmy *Carnegie, Phipps & Co.* (również pod Pittsburgiem), profil którego podajemy na rys. 1, postawiony w r. 1877, posiadał następujące wymiary: wysokość 22,86 *m*, średnica w przestronie 6,1 *m*, objętość — 436 m^3. Piec ten odznacza się wąską skrzynią w stosunku do szerokości szczytowej, co do pewnego czasu uważano za racyonalne. W rzeczywistości piec ten początkowo wykazywał znakomite rezultaty; w r. 1878 miesięczna produkcya wynosiła 3338 ton (119 100 *kg* na dobę), przy 1247 *kg* koksu na tonę surowizny. Później jednak produkcya miesięczna zmniejszyła się do 2781 ton, ilość zaś koksu wzrosła do 1259 *kg* na tonę. Wiatr doprowadzano przez sześć dysz, a ilość wiatru na minutę wynosiła 450 m^3 przy 0,35 *kg* ciśnienia na cm^2; temperatura wiatru nie przenosiła 490° C. Ruda zawierała przeciętnie 60% Fe żelaza. Piec ten przed wybudowaniem zakładów *Edgara-Thomsona* odznaczał się najwyższą produkcyą.

Piec lit. A (rys. 2) firmy *Edgar-Thomsona* postawiony został w r. 1879 w miejsce zburzonego prowadzonego na węglu drzewnym w *Escanala*. Piec ten posiadał 19,8 *m* wysokości, 3,96 *m* w średnicy przestronu i 181 m^3 objętości. Sześć form umieszczonych na wysokości 1,68 *m* od podstawy doprowadzały wiatr i tworzyły właściwe ognisko o 2,23 *m* w średnicy, gdyż każda z nich na 180 *mm* wystawała z wewnątrz pieca, przyczem posiadały formę więcej cylindryczną niż stożkową, tak że w profilu przedstawiały wąską krzywą linię; w dodatku kanty form były bardzo dokładnie obtoczone. Do ogrzewania wiatru służyły trzy aparaty regeneratywne systemu *Siemens-Cowper-Cochrane* 15.24 *m* wysokie i 4,58 *m* szerokie. Piec puszczono w styczniu 1880 r.; nabój składał się z rud zawierających przeciętnie 54,5% żelaza. W pierwszym tygodniu produkcya wynosiła 449 ton, w czwartym wzrosła już do 546 ton, a w pierwszych czterech miesiącach otrzymano następujące rezultaty:

Styczeń	1660	ton przy	1194	*kg* koksu na tonę	
Luty	2272	„	1029	„	„
Marzec	2806	„	1029	„	„
Kwiecień	1611	„	1108	„	„
Maj	2226	„	861	„	„

W kwietniu przez dni cztery piec nie był czynny; w czerwcu zaś zaczęto produkować w niem żelazo źwierciadlane i od tego czasu stale służył do tego celu lub do fabrykacyi ferromanganu, a najwyższa tygodniowa produkcya wynosiła 682 tony (97500 *kg* na dobę). — Wiatr dostarczały dwa miechy stojące; ciśnienie zaś wiatru w formach dochodziło do 0,44 *kg*

[1] Z odczytu inżyniera *James Gayley* w Iron and Steel Instytucie.

na cm^2, a temperatura nie przenosiła 565° C., gdyż cyfra ta stanowiła maximum pracy aparatów ogrzewających. Ilość wiatru na minutę wynosiła 425 m^3, a więc dwa razy więcej od przyjętej normy dla pieców o takiej objętości.

To też rezultaty z produkcyi przyjęto z niedowierzaniem, czemu ostatecznie dziwić się nie można w obec ówczesnych pojęć. A że w stosunku do takiej małej objętości pieca pomimo silnego dmuchania zużywano bardzo niewiele materyału opałowego w porównaniu z piecami o daleko większych wymiarach, to należy przypisać głównie wąskiemu profilowi, gdyż, jak zobaczymy niżej, żaden piec o szerszym profilu podobnych rezultatów nie był w stanie okazać. I gdyby potrafiono wówczas należycie rozróżnić szybki bieg pieca od zbyt silnego dmuchania, to zaoszczędzonoby wiele strat, poniesionych przez niektóre amerykańskie zakłady hutnicze i wynikłych w skutek znacznego spotrzebowania materyału opałowego. Na rys. 3 znajduje się profil drugiego pieca zakładów tej samej firmy. Główniejsze wymiary były następujące: wysokość—24,38 *m*, średnica w przestronie—6,1 *m*; średnica ogniska — 3,35 *m*. Zasługuje na szczególniejszą uwagę zupełny brak przy tym piecu zewnętrznych oziębiaczy, chociaż jest za to bardzo silnie skrępowany obręczami, szerokiemi na 200 *mm*.

Do nabijania pieca urządzone było podwójne zamknięcie, w którem wewnętrzny stożek unieruchomiony, zewnętrzny zaś przez podnoszenie się lub opuszczanie ułatwiał rozmieszczenie naboju w miarę potrzeby, bądź to przy ścianie, bądź to po środku pieca.

Nadanie zaprawie pieca a właściwie ognisku średnicy 3,35 *m* zamiast projektowanej początkowo tylko 2,75 pochodzi stąd, że już w r. 1854 zauważono w zakładach *Crane Iron* w *Lehigh-Thal*, iż rozsunięcie form na odległość 3,35 *m* bardzo dodatnio wpłynęło na ilość i jakość produkowanego surowca, z czego też wywnioskowano, że w zasadzie średnica ogniska powinna odpowiadać połowie średnicy przestronu; a chociaż w rozmaitych zakładach hutniczych przez rozsuwanie form średnica skrzyni czyniła zadość temu zapatrywaniu, to jednak faktycznie takiej znacznej szerokości nie posiadał dotąd żaden piec.

Ale nietylko to jedno obrachowane było na znacznie większą produkcyę. Zaopatrzono go bowiem w aparaty do ogrzewania wiatru najlepszej konstrukcyi a także w bardzo silne miechy i odpowiednie kotły, w dobre przewody do gazów i w ogóle w to wszystko co stanowiło słabą stronę w dotychczasowych urządzeniach. Żaden wysoki piec nie był dotąd tak gruntownie i dokładnie obliczany na wielką produkcyę jak ten. To też gdy go w kwietniu 1880 r. puszczono, nie zawiódł oczekiwań i wykazał następujące rezultaty:

Kwiecień 1880 r.	2766	ton surowca	przy	1132 *kg*	koksu	na tonę
Maj	„ 3777	„	„	1150	„	„
Czerwiec	„ 4387	„	„	1046	„	„
Lipiec	„ 4415	„	„	1207	„	„
Sierpień	„ 4675	„	„	1255	„	„
Wrzesień	„ 4288	„	„	1231	„	„
Październ.	„ 4798	„	„	1221	„	„

Ilość materyału opałowego wzrastała z tej przyczyny w miesiącach letnich, gdyż zakłady położone w dolinie rzeki *Monongahela* wyjątkowo narażone są na atmosferyczne opady, które w miejscowości tej latem są dwa razy większe aniżeli w zimie. Oprócz tego i inne jeszcze przyczyny utrudniają zaoszczędzenie materyału opałowego przy dłuższej kampanii. Tak np. ilość wiatru dochodziła według obliczeń skoków tłoka do 850 m^3 na minutę, przez co maszyny a także paleniska pod kotłami mocno szwankowały. To też utrzymanie kampanii w podobnych warunkach przez dłuższy przeciąg czasu — choć może i było do życzenia — okazało się wprost niemożliwe bez wzbogacania naboju przez odpadki żelaza.

Według wykazów wydajność rudy wynosiła przeciętnie 55%; ilość zaś wapienia w naboju — 25%. W miesiącu październiku 1880 r. na tonę surowca przypadało 1818 *kg* rudy, 455 *kg* wapna i 1221 *kg* koksu. Szlaka oprócz CaO i MgO zawierała 32,31% SiO_2, 13,20% Al_2O_3. — Wiatr ogrzany był do 590° C., ilość form — 8, przyczem każda na 140 *mm* wsunięta wewnątrz pieca. Surowiec zawierał 2% Si.

Skutkiem tak silnego dmuchania zaprawa pieca stosunkowo dość wcześnie wygorzała, przez co też ilość koksu na tonę surowca wzrosła do 1400 *kg*. W pierwszym roku ogólna produkcya wyniosła 48 947 ton surowca przy 1277 *kg* koksu na tonę surowizny, w drugim zaś produkcya się zmniejszyła, ilość zaś koksu wzrosła do 1428 *kg*. Piec ten po dwóch latach i 5-u miesiącach wydmuchano w skutek wygorzenia górnych kamieni, przyczem ilość surowca z całej tej kampanii wyniosła 113 860 ton, przy przeciętnej ilości 1316 *kg* koksu na tonę surowca. — Nabyte doświadczenie z tej kampanii wywołało rozmaite zmiany w urządzeniach i budowie pieca. Najprzód przekonano się, że obręcze krępujące mur były za słabe i za mało przedstawiały bezpieczeństwa w obec silnego dmuchania, dla tego też zastąpiono je blaszanym pancerzem. Ażeby przytem ruszty według możności zachowywały zawsze pierwotną formę, otoczono je jak również i ognisko pancerzami ochładzającemi. Podwójne zamknięcie gichty okazało się również niepraktycznem i zastąpiono je zwykłym stożkiem Parry'zowskim.

Zanim przejdziemy do następnych pieców, należy zaznaczyć, że dwa poprzednie miały wielki wpływ na późniejszy sposób prowadzenia wysokich pieców w Ameryce. Stało się ogólnie wiadomem, że piec podany na rys. 3 tylko w skutek silnego dmuchania osiągnął tak pożądane rezultaty pod względem wielkości produkcyi. To też rzucono się z entuzyazmem pod pierwszem wrażeniem do tego środka, o rozmiarach którego sądzić można z szybkiego postępu we wszystkich kierunkach dotyczących urządzeń pomocniczych. Miechom parowym, które przez długie lata powolnym lecz pewnym krokiem zdążały naprzód, nadano z pomocą smarów ruch szalony; pozakładano nowe kotłownie, zarzucono zupełnie, jako nieodpowiednie, aparaty rurowe do ogrzewania wiatru i zastąpiono je kamiennemi, tak, że w niektórych zakładach szybkość w prowadzeniu pieca doszła do nadzwyczajnych rozmiarów. Rezultatem tego był wzrost produkcyi surowca, lecz wraz z tem i ilość materyału opałowego doszła do zatrważających rezultatów i okazało się niepodobieństwem wytopić tonę surowca na 1160 *kg* koksu.

W r. 1885 p. *E. C. Potter* z Chicago zwrócił po raz pierwszy publicznie uwagę, że wielkość produkcyi z minimalną ilością materyału opałowego na jednostkę surowca znajduje się w ścisłej zależności i dzięki temu zmieniano odtąd sposób prowadzenia pieca, zmniejszając znacznie ilość wiatru.

Należy jednak przyznać, że ten sposób prowadzenia pieca przyczynił się niemało do rozwoju pomocniczych urządzeń, dzięki którym obecnie po usunięciu niektórych nieprawidłowości można bezpiecznie produkować większe ilości surowca.

Rys. 4 przedstawia profil pieca o wiele lepiej zaopatrzonego w oziębiacze ogniska i rusztów; ognisko otoczone jest bowiem pancerzem, poniżej którego znajduje się rynna, stanowiąca zbiornik ściekającej z pancerza wody i ochraniającej jednocześnie spodek pieca. Powyżej znajduje się drugi rząd pancerzy służący do ochrony sklepień w otworach mieszczących formy; pancerze te wpuszczone są w mur. Ruszty również posiadają osobny pancerz blaszany.— Wymiary pieca są następujące: wysokość — 24,38 *m*, średnica przestronu — 7,01 *m*, szerokość ogniska — 3,50 *m*, średnica zamknięcia gichty — 3,35 *m*, średnica szczytu pieca — 5,18 *m*; objętość 608 m^3.

W ogóle wiadomo, że piece wysokie najlepiej funkcyonują w pierwszych latach, kiedy ściany nie są jeszcze zbyt wygorzałe. Otóż i ten piec, puszczony w r. 1882, wyprodukował w drugim miesiącu 6142 tony surowca przy 1168 *kg* koksu na tonę; w ogóle zaś w ciągu całego pierwszego roku 67003 tony przy 1147 *kg* koksu, czyli, że produkcya okazała się o 11000 ton większą w stosunku do przyjętej normy koksu. Najlepszy miesiąc wykazał 6227 ton surowca przy 1066 *kg* koksu; cała zaś produkcya z 17-miesięcznej kampanii wyniosła 94760 ton przy 1165 *kg* koksu na tonę surowca. Ilość wiatru na minutę wynosiła przeciętnie 765 m^3, temperatura 540° C. a ciśnienie 0,63—0,70 *kg* na cm^2. Piec ten następnie został wydmuchany a w ostatnich dwóch miesiącach ilość materyału opałowego wzrosła zaledwie o 45 *kg* nad przeciętną normę. W ogóle rezultaty otrzymane z tego pieca

przedstawiły się o wiele korzystniej niż z poprzednich, co głównie przypisać należy zabezpieczeniu murów.

Jak ujemnie wpływa nadmierny wiatr na rezultaty produkcyi posłużyć może za przykład piec puszczony w dwa lata później i mający prawie identyczne wymiary z wyżej opisanym, a różniącym się tylko przez ilość wiatru, wynoszącej 935 m^3 na minutę. Przeciętna produkcya miesięczna wynosiła 5080 ton przy 1340 *kg* koksu na tonę surowca, a jak należało się spodziewać, ruda w chłodniejszych miejscach pieca w skutek zbyt szybkiego procesu nie mogła się dostatecznie zredukować, a właściwie redukowała się dopiero w temperaturze, która wystarczała do zamiany CO_2 na C.

Na rys. 5 znajduje się jeszcze i inne urządzenie, służące do ochrony skrzyni i rusztów pieca. A mianowicie spodnia część skrzyni opasana jest pancerzem, złożonym z 10-u pojedynczych płyt żelaznych, na których spoczywa gorset oziębiany wodą. Gorset ten również składa się 16 pojedynczych części wzajemnie z sobą połączonych i umocowanych. Pancerz blaszany opasujący ruszty w górnej części posiada dwa rzędy płyt również wodą oziębianych i opasujących znaczną część muru, w który są wpuszczone. Urządzenie form jest wyjątkowe w swoim rodzaju, a mianowicie, jak widać z rysunku, składa się najprzód z szerokiej owalnej chłodnicy, w którą wchodzi druga podobna lecz nie z żelaza a z bronzu. Ta ostatnia jest na tyle obszerną, że można ją wyprawić gliną; przytem zakończona jest owalnie, choć otwór posiada okrągły. Chłodnica bronzowa jest umocowaną i nie może zmieniać swego położenia; formy zaś przy zamykaniu chłodnic tworzą powierzchnię z nimi kulistą, przez co wiatr zawsze wchodzi do pieca w kierunku poziomym, a przytem rozmieszczone są w ten sposób, że oś każdej z nich o 150 *mm* odstaje od przeciwległej. Tym sposobem bowiem chciano zwiększyć powierzchnię stykania się wiatru z materyałem opałowym. Ponieważ jednak nie odniosło to pożądanych rezultatów, ustawiono wszystkie formy w jednej i tej samej płaszczyznie. — Objętość całego pieca wynosi 472 m^3. Ilość wiatru dosięgła 880 m^3 na minutę, a w każdej z ośmiu form ciśnienie dochodziło do 0,6 *kg* na cm^2. Wylot formy miał 170 *mm* w średnicy. Temperatura wiatru — 560° C. Piec ten puszczono w lutym 1885 r.; w pierwszem półroczu produkcya miesięczna wynosiła przeciętnie 5204 ton surowca przy 1283 *kg* koksu na tonę surowizny. Ponieważ piec ten przerobiony został z podanego na rys. 3, porównanie więc rezultatów z obydwóch tych kampanij najlepiej wykaże o skutkach zastosowania silnego wiatru. Gdy bowiem w pierwszej kampanii ilość wiatru wynosiła 680 m^3 na minutę, a ilość koksu 1161 *kg* na tonę surowizny, — w kampanii drugiej o zwiększonym blisko o 200 m^3 wietrze ilość koksu wzrosła do 1272 *kg*. To też od października 1885 r., w celu zaoszczędzenia materyału opałowego zaczęto stopniowo używać mniejszego wiatru, a kiedy ilość wiatru na minutę dosięgła 799 m^3, musiano dalszych w tym względzie prób zaniechać, gdyż piec zaczął nieregularnie funkcyonować. Z konieczności więc stale odtąd trzymano się 799 m^3 wiatru na minutę, by unormować temperaturę wiatru dotąd bardzo zmienną. W tym czasie zmieniono również charakter szlaki z zasadowego na kwaśny.

Rezultatem tych inowacyj w sposobie prowadzenia pieca było zwiększenie się produkcyi miesięcznej do 6146 ton, a obniżenie koksu do 1071 *kg* na tonę surowizny.

W trzy miesiące później musiano w skutek rozruchów robotniczych zatrzymać piec z pełnym nabojem na 21 dni. A kiedy następnie puszczono go znów i poważniejsze przeszkody tak długiej przerwy usunięto, produkcya miesięczna obniżyła się do 5792 ton przy 1160 *kg* koksu na tonę surowizny, przyczem ilość ta utrzymała się stale aż do wydmuchania pieca, co okazało się koniecznem w skutek uszkodzenia pieca w górnej części. Ogółem z całej tej kampanii otrzymano 119 900 ton surowizny przy przeciętnej ilości 1195 *kg* koksu na tonę.

Na rys. 6 znajduje się profil pieca stanowiący niejako kombinacyę pieców podanych na rys. 4 i 5, a mianowicie posiada t. z. gorset a również i pancerz blaszany na przestronie. Pomiędzy gorsetem a pancerzem znajduje się ośm rzędów połączonych wzajemnie rynien, do których woda dla ochładzania dostaje się pod ciśnieniem ze zbiornika umieszczonego na pewnej wysokości.

Profil wewnętrzny różni się znacznie od poprzednich a w części tylko zbliżony jest do profilu pieca zakładów firmy *South Chicago*; cała bowiem górna część szybu zwęża się znacznie. Średnica przestronu wynosi 6,71 *m*, wysokość całego pieca — 24,38 *m*. Form piec ten posiada ośm, każda o 127 *mm* średnicy wylotu. Objętość pieca wynosi 537 m^3. Piec ten puszczono w wrześniu 1885 r. przy przeciętnej ilości 765 m^3 wiatru na minutę. W następnych jednak miesiącach zredukowano ilość wiatru do 625 m^3, temperatura zaś wynosiła 704° C. Rezultatem tego okazała się produkcya w październiku 6422 ton, a w listopadzie t. r. — 6407 ton przy 1070 *kg* koksu. W grudniu w skutek więcej zmniejszonego wiatru produkcya dosięgła 6555 ton przy 970 *kg* koksu na tonę surowizny. W miesiącach styczniu i lutym 1886 r. w skutek uszkodzenia zatrzymano piec na 33 dni; w marcu jednak produkcya dosięgła 6454 ton przy 940 *kg* koksu, a ogółem w ciągu 12 miesięcy otrzymano 75 680 ton surowca, spalając 1005 *kg* koksu przeciętnie na każdą tonę.

Pod koniec kampanii ilość wiatru zwiększono do 765 m^3, gdyż gatunek surowca w skutek silnego wygorzenia ścian stawał się coraz nieregularniejszy i tylko tym sposobem dał się unormować. W ostatnich ośmiu miesiącach przed wydmuchaniem ilość koksu spalonego na tonę surowca dosięgła 1116 *kg*, a w ostatnich trzech — 1160 *kg*. Cała produkcya 26-miesięcznej kampanii wyniosła 152 780 ton, ilość zaś koksu przeciętnie na tonę — 1028 *kg*. Najwyższa miesięczna produkcya wynosiła 6838 ton. Chociaż rezultaty te okazały się o wiele lepsze od innych, to jednakże nie ulega wątpliwości, że przez silniejsze oziębianie ścian rusztów przez odpowiednie pancerze osiągnąć by się dało jeszcze poważniejsze cyfry. Wiadomo już jest bowiem ogólnie, że silniejsze ochładzanie murów spowodowywa formowanie się wewnątrz grubej i twardej warstwy węgla, która w miarę zgorzenia muru staje się coraz grubszą i zastępuje go całkowicie a nawet wpływa na regularny jego bieg. Cegły te dają się po rozebraniu pieca zastosować powtórnie, gdyż masa ta jest tak zbitą jak cegła szamotowa; próby podobne robiono nawet i w wyżej wymienionych zakładach z dobrym rezultatem, przyczem nieraz zaprawiano ruszty cegłami, mającemi zaledwie 150 *mm* grubości pierwotnego materyału ogniotrwałego a 450—500 *mm* masy z węgla.

Wtedy tylko manipulacya ta się nie opłaca, jeżeli szlaka ma charakter zbyt kwaśny.

Ruszty pieca podanego na rys. 7 są ochładzane za pomocą chłodnic (Kühlkasten) w mur wpuszczonych, podobnie jak na rys. 5. Różni się on jednak od tego ostatniego niektórymi wymiarami, a mianowicie: ognisko w średnicy zostało zwiększone do 3,35 *m*, przestron rozszerzony o 300 *mm* a średnica szczytu pieca mniejsza o 380 *mm*. Przytem w skutek oziębiania muru przez pancerze, ściany u podstawy są mocniejsze. Płyty, stanowiące pancerz, są praktycznie automatycznemi, gdyż w miarę tego jak mur podlega rozszerzeniu przez rozgrzanie się zbyteczne — usuwają się w górę niekiedy nawet na 80 *mm*. W ruszty wpuszczone są cztery rzędy płyt z bronzu, a każde ośm sztuk tworzy jedno koło. Każda zaś płyta opatrzona jest dwoma strumieniami wody. Pomiędzy formami znajdują się również płyty żelazne wpuszczone w celu ochładzania muru. Piec ten ma 7 form o 132 *mm* w średnicy wylotu; cała zaś jego objętość wynosi 488 m^3.

Piec ten został puszczony w marcu 1887 r., a wyprodukował w kwietniu 5681 ton surowca przy 940 *kg* koksu; w maju i czerwcu w skutek braku koksu piec przez pewien czas pozostawał nieczynny i dla tego produkcya znacznie się obniżyła. W lipcu jednakże wzrosła do 6343 ton, a w sierpniu 7177 przy 890 *kg* koksu. Następnie w skutek bezrobocia zatrzymano piec na 4½ miesiąca, i dopiero w maju 1888 r. puszczono go powtórnie, a chociaż wielkość produkcyi wkrótce dosięgła do dawniejszej normy, ilość jednak materyału opałowego nigdy nie była mniejsza od 1027 *kg* na tonę surowizny. Przeciętna produkcya miesięczna za przeciąg czasu od października 1888 r. do stycznia 1890 r. wynosiła 7100 ton przy 1040 *kg* koksu. Podczas tego ilość wiatru wzrosła do 765 m^3 na minutę, temperatura zaś pozostała 650° C.; ciśnienie w formach wynosiło 0,56 *kg* na cm^2.

Piec ten w skutek wygorzenia przestronu wydmuchano po kampanii wynoszącej 17 miesięcy i 7 dni. Ogólna produkcya z tej kampanii wyniosła 206 300 ton surowca, przeciętna

zaś ilość spalonego koksu na tonę surowizny — 1045 *kg*. Najwyższa miesięczna produkcya wyniosła 7800 ton.

Według tych danych można sądzić, że gdyby nie konieczność zatrzymania pieca na tak długi stosunkowo czas, to rezultaty byłyby jeszcze dodatniejsze, gdyż system ochładzania rusztów przez odpowiednie płyty okazał się bardzo praktycznym i wpływowym na regularny przebieg procesu, co dawało się zawsze zauważyć ile razy którą z nich musiano usunąć.

Na rys. 8 znajduje się profil pieca z podobnem urządzeniem ogniska i rusztów i wybudowanego 1885/6 r. Wysokość tego pieca wynosi 24,38 *m*, średnica skrzyni — 3,35 *m*, średnica przestronu — 7,01 *m* a średnica zamknięcia 3,66 *m*. Całkowita objętość — 560 m^3. Form piec ten posiada siedm o 152 *mm* w średnicy wylotu. Puszczono go w październiku 1886 z następującemi początkowo rezultatami:

	wyprodukowano surowca ton	
Listopad 1886 r.	6843	przy 950 *kg* na tonę
Grudzień „	7614	„ 940 „
Styczeń 1887 r.	8532	„ 864 „

Od stycznia 1887 r. do maja t. r. przeciętna miesięczna produkcya wyniosła 8280 ton surowca przy 884 *kg* koksu, 765 m^3 wiatru na minutę, ogrzanego do 650° i przy 0,63 — 0,70 *kg* ciśnienia na cm^2. W czerwcu w skutek braku koksu musiano piec zatrzymać na ośm dni. W obec jednak znakomitych rezultatów, jakie piec ten dotąd okazywał, wstrzymano inne piece a puszczono ten pomimo, że brak koksu dawał się w dalszym ciągu silnie we znaki. Miesięczna produkcya z tego czasu wynosi przeciętnie 7518 ton przy 1027 *kg* koksu na tonę surowizny. W styczniu w skutek bezrobocia zatrzymano piec na 67 dni, a chociaż następnie przy ponownem puszczeniu wykazywał znakomite rezultaty co do ilości wyprodukowanego surowca, a mianowicie nad 8100 ton miesięcznie, to jednak ilość spalonego koksu wyniosła przeciętnie 1094 *kg*. — Piec ten w sierpniu 1889 r. wydmuchano w skutek rozpadnięcia się górnych kamieni. W ostatnim miesiącu był on w stanie wyprodukować 6595 ton. Całkowita kampania czynna wynosiła 2 lata, 7 miesięcy i 10 dni, a produkcya ogólna 228392 ton surowca przy spaleniu 1034 *kg* koksu na tonę surowizny.

Dodatni wpływ ochładzania rusztów przez płyty okazał się w tym wypadku w całej okazałości. Żadnego uszkodzenia, żadnej najmniejszej rysy nie zauważono na zewnętrznej dolnej części muru, podczas gdy górna zupełnie uległa zepsuciu. Znaleziono przytem same ruszty w doskonałym stanie, a pomiary przestronu wykazały, że piec o 450 *mm* rozszerzył się ale tak regularnie, że największa różnica nie przenosiła 50 *mm*.

Po gruntownej reparacyi murów i po dwutygodniowem wysuszeniu puszczono piec ten w siedm tygodni po wydmuchaniu t. j. 25 września 1889 r. Wymiary pozostały te same, tylko średnicę przestronu zmniejszono do 6,71 *m*, co wpłynęło na zmniejszenie się objętości pieca do 515 m^3. Ilość wiatru zredukowano również do 708 m^3, czyli że zmniejszono o 57 m^3.

Rezultaty drugiej kampanii są następujące:

	Ilość surowca w tonach	Ilość koksu na tonę surowca w *kg*
Październik 1889 r.	6625	1094
Listopad „	9243	847
Grudzień „	10773	784
Styczeń 1890 r.	10706	775
Luty „	9096	830
Marzec „	10100	824
Kwiecień „	10236	825
Maj „	10195	841

Najwyższa produkcya tygodniowa wynosiła 2502 ton. Temperatura przeciętna wiatru dochodziła do 600° C., ciśnienie zaś 0,67 *kg* na cm^2. Temperatura gazów gichtowych wynosiła 171° C., same zaś gazy zawierały 27,5% CO i 11,7% CO_2, czyli że $\frac{CO}{CO_2} = 0{,}42$. Ruda używana do tego pieca zawierała 62% żelaza; wapienia dodawano 28%. Na tonę surowca przypadało około 540 *kg* szlaki, zawierającej 38% SiO_2 i 13% Al_2O_3. Wapień zawierał bardzo niewiele MgO. W surowcu znajdowało się krzemu 1,6%, siarki zaś 0,023%. Całkowita produkcya obracana była na wyrób stali bessemerowskiej.

W ogóle zaznaczyć należy, że od r. 1880 wysokie piece amerykańskie przechodziły aż trzy fazy w sposobie prowadzenia, a mianowicie: 1) szybki sposób prowadzenia przy wielkiej produkcyi i przy znacznem spalaniu koksu; 2) powolny sposób dmuchania przy również wielkiej produkcyi lecz małem spotrzebowaniu materyału opałowego, i nakoniec 3) bardzo szybki proces zdwojoną produkcyą przy małem zużyciu koksu.

KRYTYKA I BIBLIOGRAFIA.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

Nr. 5 ***Czasopisma Technicznego lwowskiego***, podaje dalszy ciąg pracy inż. *Józefa Iglatowskiego* zatytułowanej „Prawa przyrody w administracyi kolejowej“; następnie dalszy ciąg artykułu „O obliczaniu połączeń torów“, przez *Karola Skibińskiego*; dalej wykład *D. Szczepaniaka* na zebraniu Tow. politechnicznego we Lwowie „O wypadkach w roku 1890 na zachodnich kolejach państwowych w Austryi“, a nakoniec streszczenie drugiego wydania świeżo ogłoszonego dzieła prof. *Nep. Franke*: „Poradnik dla obsługi i nadzoru maszyn i kotłów parowych“. Na dzieło to winniśmy zwrócić szczególną uwagę szerokiego koła techników. Znajdą oni w niem, oprócz bardzo wielu cennych wskazówek praktycznych, i objaśnienia teoretyczne niezbędne zarówno dla maszynistów jak i przemysłowców używających maszyn parowych.

Inżener (kijowski). W numerze 5-m pisma tego znajdujemy obszerną pracę inżyniera *Kurejszy*: „O rozmaitych systemach blokowania pociągów zaprowadzonych w Europie i Ameryce tak na liniach o jednym jak i o dwu torach“. Autor opisując szczegółowo używane systemy, podaje ich koszt urządzenia i utrzymania, i wykazuje względne ich dogodności i niedogodności. Znajdujemy tu także treściwe, ale licznymi szkicami objaśnione bardzo dokładnie, opisanie sposobów umocnienia skarp kanałowych w Holandyi. Inżynierowie robót wodnych znajdą w omawianej rozprawce, wiele potrzebnych i pouczających wskazówek.

Le Genie Civil. Nr. 17 pomieszcza artykuł p. *Ferona*: „O sposobach i przyrządach dezynfekcyjnych“. Streściwszy najprzód historyę rozwoju przyrządów ku celowi temu służących i sposobów używanych, opisuje dalej obszernie przyrządy, pomyślane i wykonywane przez pp. *Genesta* i *Herschera*. Przyrządy te poddane doświadczeniom przez komisyę specyalnie do ich zbadania w r. 1885 wyznaczoną, okazały się bardzo trafnie pomyślane i dały wyniki zadawalniające. A kiedy podobne doświadczenie wykonane w Alfort, Lyonie, Kopenhadze i innych miastach, stwierdziły użyteczność systemu tego, władze francuskie zaprowadziły go w szpitalach wojskowych; miasta Paryż, Lyon i Marsylia w szpitalach i przytułkach miejskich. Podobnież wiele innych krajów jak Anglia, Belgia, Egipt system ten przyjęły.

Ciekawym dla inżynierów budowli wodnych jest artykuł p. *Fleury'ego*, opisujący nowo zbudowaną śluzę według projektu p. *Flamanta*, inżyniera naczelnego, przy współpracownictwie inżynierów *Guillota* i *Moraillona*. — Śluza ta ma 20 *m* spadku a 5,20 *m* szerokości. Jej wrota żelazne ważą 20 ton, zamykają się i otwierają przez opuszczanie ich lub podnoszenie pionowe za pomocą umiejętnie obmyślanej przeciwwagi. Ta jedna okoliczność stanowi już bardzo dodatnią stronę konstrukcyi, bo oszczędza miejsca w sasie, które zostawiać trzeba by módz otwierać wrota obracające się około osi pionowej. Sas może być zatem krótszy, a więc mniej kosztowny. — Drugą, donioślejszego jeszcze znaczenia stroną dodatnią jest urządzenie pozwalające oszczędzić znaczną ilość wody podczas prześluzowania statków, osłabia zarzuty stawiane systemowi śluz o wielkich spadkach, posiadającemi pod innymi względami niezaprzeczone zalety, ale zużywającemi nadmierną ilość wody przy urządzeniach jakie dotychczas stosowano.

W zeszycie N. 19 tom XVIII znajdujemy szkic i opis przyrządu do oczyszczania wody w zakładach przemysłowych, przeznaczonej do zasilania kotłów parowych, albo też na inny użytek jak w farbierniach, pralniach, papierniach, browarach i t. p. Opisywany przyrząd jest systemu p. *Marié Davy*. Zalecać on ma się wieloma przymiotami — zajmuje mało miejsca — powierzchnia 3 m^2 wystarcza do ustawienia przyrządu zdolnego dostarczyć w ciągu 12 godzin 15 do 20 m^3 wody oczyszczonej — jest on niekosztowny — nie wymaga specyalnej obsługi. Według świadectwa fabryki d'Ivry-Port, przyrząd *Marié Davy*, funkcyonujący tam przez miesięcy 17, okazał wyniki zadawalniające; i tak, kocioł poprzednio zanieczyszczony inkrustacyami, pozbył się ich po używaniu wody oczyszczonej przez dni 90, i blachy wewnątrz pozostały zupełnie czyste. Woda pochodziła z Sekwany i posiadała przed oczyszczeniem 24 stopnie twardości, a po oczyszczeniu tylko 4.

Revue universelle des mines et de la metallurgie, tom XIII, N. 2, luty. Wypada z licznych bardzo doświadczeń wykonanych z nowym aliażem Magnolia, że metal ten posiada niezaprzeczoną wyższość nad wszystkiemi innymi dotąd na panewki używanymi. Skład jego chemiczny ma być następujący:

Ołów	77,67
Antymon	16,03
Cyna	5,89
Miedź	0,02
Żelazo	0,30
Arszenik, fosfor	ślady.

Nie przyjmując zaś pod uwagę miedzi i żelaza, jako znajdujących się, stosunkowo, w nieznacznych prawie ilościach, uważać można za skład chemiczny Magnolii.

Ołów	77,5 do 78 części
Antymon	16 „
Cyna	6 „

Metal ten staje się płynnym przy 340°. Jego ciężkość gatunkowa 10,3.

Wochenschrift d. östr. Ing. und. Arch. V. (N. 13) opisuje pluwiometr automatyczny z urządzeniem pozwalającem odmierzać nietylko ilość opadu na stacyi na której prowadzą się spostrzeżenia, ale w innych miejscowościach połączonych ze stacyą główną przewodem elektrycznym, i gdzie znajdują się odpowiednio urządzone pluwiometry.—Potrzebę podobnego urządzenia autor tem objaśnia, że powiadomienie, z punktu w górze rzeki położonego, miejscowości niżej położonych że wody w tym punkcie zaczynają już opadać, może w błąd wprowadzić mieszkańców na niższych miejscowościach; jeśli na przestrzeni pośredniej, między dwoma uważanymi punktami, spadną obfite deszcze, o których stacya sygnalizująca opadanie wody, nic nie wie, a które sprawić mogą nagły przybór.

W tymże numerze podany jest odczyt inżyniera *F. Holzera*: „O przebudowie mostów sklepionych po których przechodzą drogi zwyczajne lub ulice nad torem kolejowym. Zadanie polegało na powiększeniu wysokości od poziomu relsa do podniebienia sklepienia o 30 do 40 *cm*. Że zaś okazało się niemożebnem obniżenie odpowiednie relsów, więc wypadło albo znieść sklepienie i zastąpić je belką żelazną, albo też podnieść opory i zbudować więcej spłaszczone sklepienie. Przyjęto ostatnie rozwiązanie, po większej części, i zbudowano sklepienia systemu Monier.

Następny numer, t. j. 14 pomieszcza odczyt p. *Bernarda Kirscha*: „O wykonywaniu doświadczeń nad metalami, a głównie stalą i żelazem do budowy maszyn używanemi". Autor rozwodzi się szeroko nad potrzebą urządzenia laboratoryów doświadczalnych w miastach większych i główniejszych centrach wyrabiających czy to materyały surowe, czy też maszyny.— Wykazuje o ile laboratorya takie byłyby użyteczne zarówno dla producentów jak dla kupujących materyały. — Następnie, przechodzi do opisania szczegółowego maszyny Emer'y, używanej przez autora do wykonywania doświadczeń w Muzeum technologicznem w Wiedniu.

Winniśmy zaznaczyć w tymże numerze bardzo ciekawy artykuł o *pierwszym* Fototeodolicie wykończonym w pierwszych dniach kwietnia i przedstawionym towarzystwu jeograficznemu w Wiedniu. Ma to być narzędzie mogące służyć nietylko jako zwyczajny teodolit, ale można nadto z jego pomocą wykonywać niwelacyę, i mierzyć odległości między dwoma punktami. Szczegółowy opis narzędzia tego podamy w jednym z następnych zeszytów Przeglądu.

Ciekawa jest rozprawa, w numerze 17-ym, starszego inżyniera austryackich kolei państwowych, p. *Hugo Köstlera*: „O znaczeniu kolei elektrycznych". Autor wypowiada najprzód przekonanie swoje o wielkiej użyteczności i praktyczności w zastosowaniu tego systemu. Uzasadnia głównie przekonanie swoje na przykładach poczerpniętych w Stanach Zjednoczonych amerykańskich, gdzie się eksploatuje obecnie 2730 *km* kolei miejskich, t. j. 60% całkowitej ich długości, z 2308 wagonów motorowych i 987 wagonów pociągowych. Opisawszy następnie systemy z przewodami elektrycznymi górnymi, stosowanymi — wyłącznie prawie — w Ameryce, przechodzi do opisania systemu podziemnego, który jest w użyciu w Buda-Peszcie, na linii 9,1 *km* długiej. Wiele wiadomości odnoszących się do tego samego przedmiotu znaleść można również w 6 i 7-m numerze *Schweizerische Bauzeitung*.

W tychże samych numerach pomieszczono wiele szczegółów o projektach przedstawionych w celu zużytkowania siły 120 000 koni parowych, z ogólnej ilości blisko 3 milionów jaką przedstawia wodospad Niagara. Projekty te wywołane były konkursem międzynarodowym jaki zarządziło towarzystwo *Catarract-Construction Company* w Nowym Yorku. Sąd konkursowy zasiadał w Londynie i składał się z następujących członków: *Sir Wiliam Thomson* z Glasgowa (prezydujący), *Coleman Sellers*, profesor z New-Yorku, *Mascart*, profesor w Collège de France, *Teodor Turretini*, inżynier, *C. W. Unwin*, profesor (sekretarz).

Pierwsze trzy nagrody otrzymały trzy firmy szwajcarskie, z pomiędzy 21 konkurujących z rozmaitych krajów.

Centralblatt der Bauverwaltung podaje w numerze 9ª obszerną rozprawę: „O budowie wierzchniej", uczonego i znakomitego inżyniera *Szwedlera*, jaką ogłoszono w języku angielskim w Minutes of procedings of the Institution of civils engineers w 1882 r., pod tytułem „On Iron Permenent Way". Rozprawa ta jest właściwie streszczeniem obszerniejszej pracy, w której są rozwinięte szczegółowe rachunki matematyczne a którą ogłosił *Szwedler* w r. 1889 pod tytułem „Beiträge zur Theorie des Eisenbahn-Oberbaues" w Zeitschrift für Bauwesen.

Zeitschrift d. V. D. I. Zeszyt 4 podaje zwięzły, ale pouczających danych mogący dostarczyć opis mostów zbudowanych w Niemczech według systemu inżyniera *Gerbera*, t. j. mostów przegubowych. — Rozmaitość form w dźwigarach jakie stosowano przy rozmaitej otwartości w świetle między filarami, znaczenie i użyteczność systemu tego dobrze objaśniają,—a to tem więcej, że podano przy opisie każdego mostu jego ciężar i spółczynniki wytrzymałości jakie przyjmowano w obliczeniach.

W tymże samym numerze znajdujemy kilka dobrych rysunków objaśnionych należytym tekstem o sposobie wyrabiania obręczy na koła wagonowe w Ameryce i najnowszych maszynach ku temu używanych.

Zajmującym dla technologów jest opis filtru, podany w N. 8, który znalazł w ostatnich czasach rozległe zastosowanie szczególniej w browarach. Zadanie filtru tego jest podwójne; mianowicie oczyszczenie powietrza doprowadzanego od kurzu i pyłu; a nadto, oswobodzenie go od różnych zarodków organicznych.

W N. 11 zwraca uwagę teoretyczne studyum, którego treść obszerniejszą, później podać zamierzamy, nad obliczeniem kondensacyi przy zamianie maszyn parowych pracujących bez kondensacyi na maszyny z kondensacyą. — Jest to rzecz bardzo na dobie ze względu na potrzebę zmniejszenia ilości paliwa, którego cena dąży stale ku zwyżce.

Użytecznym być może także dla inżynierów-mechaników artykuł w tymże samym numerze podany przez p. *Gg. Hoefera*: O obliczaniu krzywizny w kulisie *Stefensona*". Autor dowodzi, że promień krzywizny zależny jest nietylko od długości drąga mimośrodu, ale także od kąta wyprzedzania i długości kulisy. *J. G.*

Przegląd kongresów, wystaw i konkursów.

KRAJOWA WYSTAWA POWSZECHNA
1891 roku, w Pradze.

Nie chcąc o wystawie tej wydawać przedwczesnego sądu, ograniczam się na zaznaczeniu, że zapowiada się ona bardzo obiecująco. Obchodząc stuletni jubileusz pierwszej wystawy przemysłowej w Pradze, Czesi dołożyli wszelkich starań ku uświetnieniu wystawy i pociągnięciu jaknajwiększej liczby uczestników.

Oprócz jubileuszu pierwszej wystawy, Czesi święcą jednocześnie stuletni jubileusz odrodzenia się narodowego, co znajdzie swój wyraz w mających się odbyć podczas wystawy uroczystościach i w pewnej mierze przyczyniło się do jej poważnego traktowania. Tegoroczna wystawa czeska, jako wielkie narodowe przedsięwzięcie, mające stanowić epokę w dziejach tutejszego przemysłu, ma zarazem być objawem siły i żywotności narodu.

Wiedząc jak bardzo rozwinął się przemysł czeski w bieżącem stuleciu, do jakiego stopnia doskonałości doszły niektóre jego gałęzie, jak np. przemysł rolniczy w ogóle, cukrownictwo, piwowarstwo, dalej hutnictwo i t. d., możemy się spodziewać, iż w obec tak olbrzymich postępów, wystawa może być bardzo zajmującą i pouczającą.

Sądząc iż program wystawy może zająć przynajmniej tych z czytelników „Przeglądu Technicznego" którzy mają zamiar zwiedzić wystawę, załączam programu tego streszczenie:

Program powszechnej krajowej wystawy 1891 roku, pod protektoratem Jego Ces. Król. Mości Cesarza Franciszka Józefa I.

Dla uświetnienia stuletniego jubileuszu pierwszej przemysłowej wystawy na lądzie europejskim, odbytej w Pradze w 1791 r.,—urządza się w r. 1891 w Pradze powszechna wystawa krajowa, która ma przedstawić jaknajdokładniejszy obraz rozwoju wszystkich gałęzi przemysłu w Królestwie Czeskiem.

Odbędzie się w Bubenečskim parku pod Pragą,— otwarcie jej nastąpiło 15 maja, zamknięcie zaś nastąpić ma 1-go października, ewentualnie 1 listopada.

Urządzeniem wystawy zajmuje się, utworzony w tym celu komitet, który się składa z przedstawicieli: wydziału krajowego, izb handlowo - przemysłowych, korporacyj fachowych i oddzielnych gałęzi przemysłu.

Wszystkie produkty przemysłu podzielone będą na 27 grup, z których każda ma stanowić zamkniętą całość. A mianowicie:

Grupa I. Rolnictwo. Wszelkie produkty rolne; mleczarstwo, rybactwo, pszczolarstwo, jedwabnictwo, uprawa wina i t. d. Owocarstwo, ogrodnictwo, chmielarstwo i inwentarze robocze i dochodowe (będą wystawione w czasowych wystawach).

Grupa II. Gospodarstwo leśne.

Grupa III. Przemysł rolny; pokarmy i spożywki. Cukrownictwo, piwowarstwo, słodownie, gorzelnictwo, fabrykacya likierów i t. p.; fabryki krochmalu, dekstryny, gumy i t. p.; młynarstwo, pieczywo, miód, wyroby woskowe, cukiernicze, czekolada i t. p. Przyrządy, aparaty i instrumenty dla pracowni chemicznych. Plany, modele, materyał naukowy, literatura, statystyka, historya.

Grupa IV. Skóry, szczecina. Garbarstwo, wyroby skórzane i t. p.

Grupa V. Wyroby z drzewa, korkowego drzewa, słomy, kości, piany morskiej. Kauczukowe i gutaperkowe wyroby. Przemysł wiejski.

Grupa VI. Przemysł tkacki i rzemiosło tapicerskie.

Grupa VII. Odzież: bielizna, ubranie, obuwie i t. p.

Grupa VIII. Papiernictwo. Roboty introligatorskie.

Grupa IX. Rzemiosła polygraficzne. Drukarstwo, litografia, galwanoplastyka, fotografia i t. p.

Grupa X. Górnictwo. Eksploatacya kopalń: wody mineralne, rudy i t. p.

Grupa XI. Hutnictwo. Glina, wapno, cement, gips; wyroby szamotowe, porcelana, fajans, szkło.

Grupa XII. Przemysł chemiczny. Chemiczne preparaty, nawozy sztuczne i t. p.

Grupa XIII. Wielki przemysł. Żelazo, stal i inne metale.

Grupa XIV. Żelazne, stalowe i w ogóle metalowe wyroby.

Grupa XV. Wyroby złote i srebrne. Klejnoty prawdziwe i fałszywe. Granaty.

Grupa XVI. Maszyny, aparaty i przyrządy. Kotły parowe, maszyny parowe, maszyny i aparaty dla rozmaitych gałęzi przemysłu, elektryczne oświetlenie, przyrządy, armatury, transmisye i t. d.

Grupa XVII. Środki lokomocyi. Koleje żelazne, warsztaty kolejowe. Tramwaje, omnibusy, karety, łodzie, welocypedy i t. p.

Grupa XVIII. Narzędzia straży pożarnej.

Grupa XIX. Inżynierya i budownictwo. Oświetlenie, ogrzewanie, wentylacya, kanalizacya; urządzenie jatek i zużytkowanie odpadków, budowa mostów, technika ziemna i wodna i t. p.

Grupa XX. Meble i urządzenie mieszkań.

Grupa XXI. Przyrządy naukowe. Instrumenty matematyczne, fizyczne i optyczne; przyrządy chirurgiczne i instrumenty. Telefony, telegrafy. Zegary.

Grupa XXII. Instrumenty muzyczne. Organy, fortepiany i t. d.

Grupa XXIII. Szkolnictwo. Szkoły wyższe i średnie; szkoły przemysłowe; podręczniki naukowe i t. p.

Grupa XXIV. Sztuki piękne. Malarstwo, rzeźbiarstwo, architektura i t. p.

Grupa XXV. Wystawa retrospektywna.

Grupa XXVI. Hygiena.

Grupa XXVII. Międzynarodowa wystawa wynalazków i patentów.

Program, jak widzimy jest wielce obiecujący i pozwala spodziewać się, iż nie jednego zachęci do odwiedzenia tutejszej wystawy. Czuję się jednak w obowiązku przestrzedz wybierających się na czas krótki, że roboty na wystawie są trochę opóźnione i prawdopodobnie nie będą ukończone jak w pierwszych dniach czerwca, a może przeciągną się i dłużej, najlepiej więc wybrać się na wystawę w połowie czerwca.

Antoni Gosiewski, inż.-chem.

SPRAWOZDANIA Z POSIEDZEŃ stowarzyszeń technicznych.

Na posiedzeniu **Sekcyi I-ej, Oddziału Warsz. Tow. pop. przem. i handlu**, odbytem w d. 7 kwietnia r. b., po odczytaniu protokółu z posiedzenia poprzedniego, p. *Słowikowski* inż. wypowiedział zakończenie odczytu swego „O zasadzie najmniejszej pracy deformacyjnej". Streściwszy poglądy wygłoszone przez siebie na poprzednich posiedzeniach, prelegent podał i uwidocznił sposób wyprowadzenia ogólnej formuły pracy deformacyjnej, mogącej służyć za podstawę do obliczeń wytrzymałości wszelkich zeskładów.

W dalszym ciągu zapowiedziany odczyt p. *Jabłońskiego* arch. „Parę słów z dziedziny elektryczności" został z powodu spóźnionej już pory odłożony do jednego z przyszłych posiedzeń.

Na zakończenie odczytano sprawozdanie komisyi, delegowanej do oceny środka p. *Komara* przeciw tworzeniu się kamienia kotłowego. Komisya ta w obec mało przekonywających dowodów i świadectw przedstawionych przez pana

p. *Komara*, a także i w obec kategorycznej odmowy wynalazcy co do udzielenia objaśnień o składzie danego środka — przyszła do wniosku, iż środek ten zaliczyć należy, pod względem jego wartości, do jednej kategoryi wraz ze wszystkiemi po dziś dzień istniejącymi, tenże sam cel mającymi. Środki te w r. 1886 były ściśle zbadane przez monachijską stacyę doświadczalną Towarzystwa kontroli kotłów bawarskich.

Wszystkie okazały się (mineralne czy organiczne) niekorzystnymi, a nawet wiele z nich szkodliwymi. W obec tych rezultatów, komisya wyraziła powątpiewające zdanie o pożyteczności środka p. *Komara*. W dyskusyi nad powyższym przedmiotem p. *Paszkowski* inż. zastrzega się co do dania nieprzychylnej opinii o absolutnie wszystkich podobnych środkach bez wykonania odpowiednich prób i doświadczeń nad każdym oddzielnie.

Ze skrzynki zapytań wyjęto następujące pytania:

1) Jakie są sposoby suszenia drzewa w celach fabrycznych?

2) Jakie są sposoby przeprowadzania taboru wąskotorowego na tor szeroki lub odwrotnie?

3) Jakie firmy w Warszawie zajmują się wierceniem studni?

Pierwsze pytanie odłożone zostało do następnego posiedzenia. W dyskusyi nad drugiem zapytaniem p. *Altdorfer* inż. wypowiedział zdanie, iż przeprowadzenie toru wąskotorowego na tor szeroki, bez zamiany składowych części taboru — nowemi, jest niemożliwem. Przeprowadzenie zaś odwrotne t. j. taboru szerokotorowego na tor wąski ma tę wielką wadę, iż siła nośna danego taboru znacznie się zmniejsza, w obec nieprawidłowego i nienormalnego wtedy oddalenia panewek od kół taboru.

Na posiedzeniu tejże Sekcyi, odbytem w d. 21 kwietnia r. b., obydwa zapowiedziane odczyty odłożone zostały, z powodu słabości prelegentów do przyszłego posiedzenia.

Z pozostałych do dyskusyi drobnych wiadomości, na zaproszenie prezydującego p. *Paszkowskiego*, p. *Altdorfer* inż. wypowiedział słów kilka o rezultatach prób z hamulcami ciągłymi na kolei Warszawsko-Wiedeńskiej — zastrzegając, iż, jako nieprzygotowany, nie może na razie powołać się na szczegółowe dane i liczbowe rezultaty doświadczeń. W obec wymagania Ministeryum komunikacyj, mówił prelegent, aby wszystkie koleje zaopatrzyły swe pociągi, biegnące z szybkością większą niż 55 wiorst na godzinę, w hamulce ciągłe automatyczne — kolej Warszawsko-Wiedeńska, w celu stanowczego orzeczenia o wartości hamulców rozmaitej konstrukcyi i wyboru z nich jednego,—odbywała temi dniami próby z hamulcami *Hardy* i *Schleifera*. Tylko dwa te systemy uznano za najodpowiedniejsze dla kolei Wiedeńskiej, z jednej strony komunikującej się z kolejami austryackiemi, posiadającemi hamulce próżniowe Hardy, a z drugiej strony z kolejami pruskiemi, zaopatrzonemi w hamulce o powietrzu zgęszczonem *Carpenter'a*. Dotychczas począwszy od roku 1884/5 kolej Warszawsko-Wiedeńska posiadała hamulce próżniowe Hardy nieautomatyczne, przeróbka zaś takowych na hamulce tegoż systemu automatyczne, okazuje się na tyleż kosztowną jak i nabycie nowych innego systemu. Z tego też powodu, obok hamulców systemu już stosowanego, poddano próbom hamulce systemu innego, a mianowicie *Schleifera*.

Prelegent uważa system hamulców próżniowych za odpowiedniejszy w zastosowaniu, a to z powodu, iż, jakkolwiek hamulce o powietrzu zgęszczonem szybciej i silniej działają, lecz w obec konieczności użycia do nich stale działającej pompki zgęszczającej powietrze — więcej i prawdopodobnie częściej narażane są na odmowę w działaniu, wynikającą z powodu zepsucia się jakiejkolwiek części pompki będącej w nieustającym ruchu. Z tego też powodu skomplikowane bardzo hamulce *Westinghouse'a* nie zostały na kolei Warsz.-Wiedeńskiej uwzględnione. Natomiast zajęto się hamulcami o ściśnionem powietrzu *Schleifera* o znacznie prostszej konstrukcyi, jakkolwiek w działaniu powolniejszemi. Gdy dla działania hamulców systemu *Westinghouse'a* potrzeba $1^1/_4''$, dla hamulców systemu *Schleifera* potrzeba 2″. Hamulce zaś próżniowe Hardy bez pompki, a zaopatrzone w eżektor ssący, nie posiadający żadnych stale ruchomych części, pewniejsze są w działaniu, przytem konstrukcya takowych odznacza się prostotą.

Próby odbyte na kolei Warsz.-Wied. dały zadawalniające rezultaty. Hamulce *Schleifera*, szczególniej zaś zaopatrzone w tak zwane *przyśpieszacze*, t. j. przyrządy powodujące wypływ powietrza z każdego aparatu hamującego oddzielnie i ze wszystkich jednocześnie,— hamują dość prędko i równomiernie, nie powodując uderzeń, pochodzących z niejednoczesnego działania hamulców na wszystkie wagony.

W hamulcach *Westinghouse'a* manipulacya hamowaniem wymaga nadzwyczajnej wprawy i czułości ręki maszynisty; najsilniejsze zahamowanie otrzymuje się przy spadku ciśnienia na $1\frac{1}{2}$ atmosfery,— mniej silne więc hamowanie zawarte jest w szczupłych granicach spadku ciśnienia, co jest powodem utrudniającym regulowanie hamowania przy jeździe na spadkach, a więc przy niezupełnem hamowaniu. Hamulce *Schleifera* zaopatrzone w przyśpieszacze, pozbawione są podobnej wady; w hamulcach tych siła zahamowania zależną jest od *szybkości* odchylenia kranu regulującego, a nie od *wielkości* odchylenia tegoż kranu, jak w systemie *Westinghouse'a*; raptowne odchylenie rączki powoduje raptowne silne zahamowanie; powolne zaś odchylenie—powoduje stopniowe hamowanie. Ta zaleta hamulców *Schleifera* szczególniej odczuwać się daje przy stopniowem hamowaniu pociągów biegnących po spadkach,

W dyskusyi nad powyższym przedmiotem, p. *Paszkowski* broniąc zalet hamulców *Westinghouse'a*, przyznał, iż takowe wymagają wielkiej wprawy maszynisty.

W odpowiedzi na zapytanie ze skrzynki zapytań: Jakie są sposoby suszenia drzewa w celach fabrycznych? zabrali głos: pp. *Hofman*, *Paszkowski*, *Matecki* i *Obrębowicz*, podając główne zasady suszenia drzewa. P. *Obrębowicz* proponuje stale działającą suszarnię (podobnie jak piec *Hofmana* do wypalania cegły), opierając konstrukcyę taką na zasadzie: iż więcej suche drzewo potrzebuje wyższej temperatury dla wyparowania pozostałej wilgoci, mokre zaś drzewo prędzej wilgoć swą oddaje. Gorące więc gazy należy przeprowadzać przez komory, zaczynając od drzewa prawie suchego do zupełnie wilgotnego.

Na tem posiedzenie w dniu 21 kwietnia zakończono.

P. Drzewiecki.

Z Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie. Dnia 4 marca mówił na zgromadzeniu tygodniowem inż. *Szczepaniak* o ostatnich wypadkach na zachodnich kolejach państwowych w Austryi. Prelegent zwraca uwagę, że wypadki na kolejach państwowych austryackich są rzadkie, a te które zdarzyły się w roku zeszłym, powstały przeważnie nie z winy służby kolejowej, lecz w skutek wypadków elementarnych. Najbardziej zajmującem jest wykolejenie się pociągu osobowego 6 sierpnia r. z. pod Blovicami w Czechach, które pociągnęło smutne następstwo. Parowóz spadł z nasypu 17 *m* wysokiego wraz z kilku wozami. W tem miejscu zbudowany był nad potokiem i drogą przepust sklepiony o dwu otworach po 4,74 *m* w świetle. Wielkie ulewy spowodowały przerwanie pięciu stawów, położonych powyżej, a nadzwyczajnie wielka woda stąd powstała podmyła filar środkowy, utworzyła wyrwę 5 *m* głęboką, a filar pochylił się o 9° od kierunku pionowego, w skutek czego odkształciło się i popękało sklepienie i nastąpiło obniżenie nasypu, które spowodowało wykolejenie pociągu i cały też wypadek.

Dnia 11 marca mówił asystent *Rozwadowski* o zakładaniu stawów rybnych i środkach ochronnych dla ryb. Na wstępie przedstawia prelegent rys historyczny rozwoju rybołówstwa i gospodarstwa stawowego w Polsce, które zajmowało wybitne stanowisko i było wzorem dla sąsiadów. Później ta część gospodarstwa podupadła, i dopiero w ostatnich czasach znowu się podnosi. Praca w tym kierunku wydała też już świetne wyniki. Następnie prelegent przedstawia racyonalne założenie stawu dla wody rzecznej, źródlanej i spadowej, urządzenie spustu, osuszenie i łowienie ryb i przytacza dochody, jakie niosą stawy w Galicyi zachodniej, Czechach i Morawii. Dalej opisuje prelegent urządzenia dla ryb wędrujących z morza do rzek i odwrotnie np. pstrąga i węgorza, przy jazach, kołach wodnych, przelewach, aby ryby mogły się bezpiecznie dostać pod górę, t. z. przesmyki rybie lub przepławki. Dalej mówi prelegent o zakładaniu stawów zimowych, sztucznem wylęganiu ryb w wodzie

filtrowanej i poleca by w naszym kraju skrzętniej się zajęto tą gałęzią gospodarstwa, gdyż dochód z niej wynosi rocznie 20 do 50% kapitału zakładowego. W Galicyi zachodniej mamy kilka takich rzecznych gospodarstw, które służą nawet Niemcom za wzór i czasopisma rybackie jako wzór je przedstawiają. W rozprawie zabrał głos p. br. *Gostkowski*, zwracając uwagę na to, że sandacze i karpie z naszych stawisk przewożą do Renu i Menu.

Dnia 16 marca odbyło się walne zgromadzenie, na którem zaczęto rozprawiać o zmianie statutu, zaprowadzającej członków dożywotnich. Po ożywionej rozprawie i przyjęciu kilku paragrafów, przewodniczący zamknął posiedzenie z powodu braku kompletu. Drugie walne zgromadzenie odbyło się 8 kwietnia, któremu przewodniczył w zastępstwie prezesa prof. dr. *Dziwiński*. Ustępujący zarząd złożył sprawozdanie z czynności, z którego się okazuje, że liczba członków zwyczajnych wynosi 605, z tych 266 miejscowych a 339 zamiejscowych. Zarząd zainicyował zwołanie III zjazdu austr. inżynierów i architektów w Wiedniu, który ma się odbyć w październiku r. b. i który ma się zajmować głównie stanowiskiem techników w państwie. Czasopismo Techniczne wychodziło w 725 egzemplarzach dwa razy na miesiąc, zgromadzeń tygodniowych było 21, na których omawiano w wykładach lub luźnych komunikacyach tematy techniczne.

Potem zdawała komisya lustracyjna sprawę z funduszów towarzystwa i zaproponowała szereg wniosków, dążących do ulepszenia książkowania i zarządu funduszami. Ze sprawozdania tego dowiedzieliśmy się, że istnieje fundusz 360 złr., pozostały po opędzeniu kosztów II zjazdu techników polskich, który będzie wręczony komitetowi, urządzającemu III zjazd techników polskich. Dalej dowiedzieliśmy się, że dotychczasowa sprzedaż słownika kolejowego nie pokryła jeszcze kosztów wydawnictwa.

Żywą rozprawę wywołał wniosek pewnego grona techników, którzy zamierzają założyć klub techników, poświęcony zabawie. Sprawę tę odesłano do nowego zarządu, również jak wnioski p. *Dzieślewskiego* tyczące się zaprowadzenia fakultetu rolniczego i obowiązkowych wykładów ekonomii społecznej na politechnice lwowskiej i prawa wyborczego techników,

Na wniosek prof. *Zacharjewicza* wyraziło zgromadzenie swe uznanie i szczere podziękowanie ustępującemu zarządowi i p. nadradcy *Settiemu*, jako prezesowi za gorliwą pracę około dobra Towarzystwa.

W końcu odbyły się wybory. Prezesem wybrano p. *Jana Nep. Frankego*, rektora szkoły politechnicznej; zastępcą prezesa p. *Bolesława Długoszowskiego*, inżyniera cywilnego.

Do zarządu weszli pp.: dr. *Placyd Dziwiński*, profesor, *Zygmunt Motylewski*, inżynier, *Wacław Przetocki*, inspektor sanitarny, *Wincenty Rawski*, architekt, *August Sołtyński*, inżynier, *Władysław Szyszkowski*, inżynier, *Jan Szczepaniak*, inżynier, *Józef Tuszyński*, starszy inżynier, *Julian Wang*, inżynier technolog, *Albin Zazula*, inżynier. *y.*

PRZEGLĄD
CELNIEJSZYCH ROBÓT, ULEPSZEŃ I WYNALAZKÓW.

ELEKTROTECHNIKA.

Przesyłka pracy elektrycznością, na międzynarodowej wystawie w Frankfurcie n/M. r. b., będzie miała niezwykłą doniosłość praktyczną, albowiem dwie poważne firmy elektrotechniczne (fabryka „Oerlikon“ w Zürichu oraz berlińskie „Stowarzyszenie ogólne“) podjęły się doprowadzenia do Frankfurtu mocy 300 k. p. zaczerpniętej z rzeki Neckar pod Lauffen, z odległości 180 *km* [1]). W tym celu wykonane już były niektóre próby przedwstępne, zasługujące na sprawozdanie.

Wiadomo z praktyki i z teoryi [2]), że dzielność („skutek użyteczny“) przesyłki elektrycznej jest tem większą, czem mniejszym jest opór pętlicy przewodniczącej, oraz czem większą jest różnica potencyału przy końcówkach dynamo-generatora. Gdyby ową wysokość potencyału można było zwiększać dowolnie w praktyce, to dzielność przesyłki okazałaby się niezależną od przekroju przewodników, i też od odległości, a zatem najcięższą rubrykę wydatków odnośnych można byłoby zredukować do minimum. Stąd też wypływa dążność elektrotechników, aby w iloczynie natężenia prądu przez potencyał t. j. w wyrazie przesyłanej pracy elektrycznej, powiększać czynnik drugi, zmniejszając natomiast pierwszy. Na stacyi elektrycznej w Deptford (pod Londynem) zdołano już np. zastosować w sieci potencyał 10000 Woltów, dzięki udoskonalonemu jej odosobnieniu.

W nowym zaś projekcie połączenia Frankfurtu z m. Lauffen (przez m. Heilbronn, Iakstfeld i Hanau) śmiałość elektrotechników wydaje się jeszcze więcej zdumiewającą, gdyż w nagim drucie miedzianym zamierzono przeprowadzić piorunujący niemal potencyał 25000 Woltów. Ze względu iż pętlica odnośna ma przebiegać wzdłuż toru kolei żelaznych, przedsiębiercy wykonali szereg doświadczeń wstępnych, w celu uspokojenia zatrwożonej opinii fachowców. I tak, na dziedzińcu fabryki „Oerlikon“ rozciągnięto, na izolatorach odpowiednich, sztuczną sieć z drutu miedzianego o średnicy 4 *mm*, a o długości 7 *km*, która łączyła w swym obwodzie dwa „transformatory“ wysyłający i odbiorczy. Transformator pierwszy zasilany prądem dynamo-przemiennej o 100 Woltach, wysyłał do drugiego transformatora potencyał, który dosięgał nieraz 33000 Woltów, wskazanych w sieci woltmetrem *Thomsona*, a zredukowanych ponownie do stu Woltów, w lampkach żarowych obwodu wtórnego. W tych warunkach niemal zuchwałych, przekonano się doświadczeniem, że odosobnienie linii było wystarczającem, oraz że transformacya tak potężnego potencyału jest obecnie technicznie wykonalną.

Domniemane niebezpieczeństwo wyładowań bocznych w pętlicy drutowej, zasilanej potencyałem 25 tysięcy Woltów, okazało się też nieuzasadnionem, gdyż wyładowanie następowało dopiero wtedy gdy druty prosty i powrotny zbliżone były na odległość mniejszą od 22 *mm*. Zresztą, gdyby nawet owe druty były przypadkowo złączone (np. przez spadającą gałęź mokrego drzewa), to naówczas zniszczeniu linii zapobiega natychmiast „rozłącznik“ ze stopu metalowego, który przerywa obwód pomiędzy dwoma transformatorami.

Tak pomyślne wyniki omówionych doświadczeń wstępnych, zdają się rokować nową erę dla ekonomicznego rozwoju elektrycznej przesyłki pracy na odległość, o ile takowe stwierdzone będą na większą skalę w r. b., z okazyi zapowiedzianej wystawy w Frankfurcie n/M. *χ.*

[1]) Por. rachunek odnośny w „Przegl. Techn.“, r. 1888, zesz. 12, str. 303.

[2]) Por. Lumière Electrique“, r. 1891, z. 6, str. 282.

CUKROWNICTWO.

Sprawozdanie fabryk cukru z kampanii 1887/8 r. Cztery lata prawie upływa od chwili ukazania się w łamach Przeglądu Technicznego ostatniego rozbioru naszych sprawozdań, pióra nieodżałowanego *K. Wizbeka*. Zajęcia, choroba, wreszcie śmierć przedwczesna położyły kres tym rozbiorom, prowadzonym przez lat cztery. I oto staję przed czytelnikami z zamiarem podjęcia pracy w tem miejscu, gdzie została przerwaną. Nie posiadam ani tego zżycia się z przedmiotem, ani takiego zasobu wiadomości i doświadczenia, jakie daje długoletnia praktyka, a któremi odznaczał się zmarły. Jednakże w imię tej zasady, że lepiej jest dobrą sprawę słabemi choćby siłami prowadzić dalej, aniżeli dać jej upaść zupełnie, podejmuję przerwaną pracę, puszczając dziś w świat rozbiór sprawozdań z kampanii 1887/8 r. i obiecując w dalszym ciągu rozbiory z lat następnych; mogę przytem zapewnić, że chciałbym jak najprędzej uporać się z zaległościami i przejść do chwili bieżącej.

W r. 1887/8 nadesłało sprawozdania ogólne 50 fabryk, w tem 38 z królestwa; liczba zatem ogólna w porównaniu z rokiem poprzednim zmniejszyła się o trzy. Rok sprawozdawczy był pierwszym, w którym fabryki poddały się ograniczeniom, wynikającym z konwencyi kijowskiej: odbiło się to na zmniejszeniu przerobu, który dla 45 fabryk, podających odnośne cyfry wynosił 89.9% przerobu z roku poprzedniego. 34 fabryk Królestwa zmniejszyło swój przerób średnio do 88,2%, chociaż 9 z pomiędzy nich miało wyżej 100% (średnio 112,1%); 11 zaś fabryk za Bugiem zmniejszyło swój przerób do 95,3%, przyczem 4 z pomiędzy nich miały wyżej 100% (średnio 109,3%). — Buraki, przerabiane w tych 50 fabrykach, wykazały w soku 16,53 Br. i 13,86 cukru; z tego otrzymano cukrzycę, wykazującą 92,67 Br. i 85,05 cukru, tak że oczyszczenie ogólne, wahając się w granicach 40,54 i 64,15, wyniosło średnio 53,48. — Fabryki, z wyjątkiem jednej prasowej — dyfuzyjne. 48 fabryk, tracąc w odpadkach dyfuzyjnych 0,37 cukru na 100 buraków, otrzymało sok dyfuzyjny, wykazujący 11,60 Br. i 9,69 cukru; czyli proces dyfuzyi nietylko nie wywołał oczyszczenia soków, ale przeciwnie pogorszenie, wynoszące — 2,39. Całe zatem oczyszczenie ogólne trzebaby przypisać użyciu wapna i kości.— Procent użytego wapna wynosi średnio 2,52; granice wahań są jednak bardzo od siebie oddalone: 1,17 i 3,95. Niżej 2% spada 6 fabryk; po nad 3% wznosi się 8 fabryk, przytem jednak dwie najwyższe dawki wapna 3.60 i 3,95 stosują fabryki, mające u siebie elucyę. Stacya ta, najważniejsza może w całym procesie oczyszczania soku, traktowaną jest w naszych sprawozdaniach bardzo ogólnikowo. Trzy zaledwie fabryki zaznaczają wyraźnie użycie takiej lub innej metody, a mianowicie: *Siegerta*, *Heftera* przez pół kampanii i *Karlika*; w kilku jeszcze można się domyślać metody *Siegerta*, nie jest to jednak wyraźnie zaznaczonem. — Strata w błocie wynosi średnio w 48 fabrykach 0,20 na 100 buraków; najwyższa dochodzi do 0,45, najniższa spada do 0,08. O ile sądzić można z cyfr tej rubryki, trzy fabryki, w których strata przenosi 0,4, nie wysładzają błota; inne zaś wysładzają je mniej lub więcej. — Rubryki. podające alkaliczność, słabiej są wypełnione w roku sprawozdawczym, aniżeli w poprzednim. Średnie cyfry są następujące:

		alkal. przem.		alkal. stała
przed filtracyą . .	dla 31 fabryk	0,36,	dla 18 fabryk	0,29
po filtracyi	„ 18	„ 0,29,	„ 17	„ 0,29
w cukrzycy.			„ 41	„ 0,086.

Granice jednakże, w których się powyższe średnie wahają są i tutaj od siebie oddalone; jedna alkaliczność cukrzycy stanowi wyjątek, gdyż tylko w 7 fabrykach spada niżej 0,05, a w 3-ch podnosi się po nad 0,15. Wrzutkę dodawało 39 fabryk, używając jej średnio 3,59 na 100 buraków: z tych 21 dodawało podczas procesu saturacyi, 13 po ukończeniu saturacyi, a 5 podczas i po ukończeniu procesu saturacyi. Na wrzutkę używano zwykle mączki, tylko w kilku wypadkach odcieków lub cukrzanu wapnia. Przy rozpatrywaniu tej rubryki uderza przedewszystkiem ta okoliczność, że nie wszystkie fabryki podają skład użytej wrzutki; wprowadza to często w błąd przy oznaczaniu stopnia oczyszczenia, które można niesłusznie przypisać procesowi saturacyi lub filtracyi, gdy w rzeczywistości może być ono przeważnie rezultatem polepszenia soku przez wrzutkę. W tych razach, w których nie oznaczona była dokładnie ilość wrzutki, użyta na jednej lub drugiej stacyi, rozdzielałem ją na obie stacye w równych częściach. Podobnież i rubryka cedzenia mechanicznego przedstawiała pewne trudności. Fabryki, nie podające dokładnie stacyi, na której stosują cedzidła mechaniczne, mają je zapisane tylko dla soku rzadkiego; dalej błotniarki tam tylko są zaliczone do cedzideł mechanicznych, gdzie wyraźnie zaznaczono ich użycie powtórne po błotniarkach II saturacyi. W ogóle cedzideł mechanicznych używało 25 fabryk; w tem: 16 tylko dla soku rzadkiego, 1 tylko dla soku gęstego, 8 zaś dla obu soków. Co do systemu używanych cedzideł, to najliczniej jeszcze, bo w 13 w fabrykach, stosowane są worki *Puvreza*; 4 fabryki stosują do soku rzadkiego cedzidła *Vonhofa*, 3 podobnież stosują żwir, a 2 cedzidła Šindelaŕa; po 2 fabryki używa błotniarek i cedzideł *Prokscha*, po jednej wreszcie—cedzideł *Dembego* i *Prokscha*. Drugi, ważny środek oczyszczenia soków t. j. węgiel zwierzęcy stosują nasze fabryki w coraz to mniejszej ilości. Średnio wynosi procent użytego węgla 8,10 na 100 buraków; w 10 tylko fabrykach ilość węgla przenosi 10%, najwyższą zaś granicę stanowi 15,13%. Cztery fabryki filtrują tylko sok gęsty, piąta nie zaznacza tego wyraźnie, używa jednak tak małej ilości węgla (1,21%), że jak się zdaje, nie filtruje przezeń soku rzadkiego. Ta ostatnia fabryka traci też, jak to łatwo zrozumieć, najmniej cukru przy filtracyi, bo zaledwie 0,005 na 100 buraków, podczas gdy średnia z 46 fabryk wynosi 0,05%; raz jeden strata dochodzi do 0,10%. — Wydajność białego cukru podają zaledwie 3 fabryki: dwie — wydajność I rzutu kampanijną, jedna zaś z uwzględnieniem remanentów; z tych zatem 3 cyfr niepodobna wyprowadzać średniej.

Z pojedynczych rubryk pozostają jeszcze dwie do rozpatrzenia: Polaryzacya bezpośrednia buraków powoli bardzo toruje sobie drogę. Rok sprawozdawczy przyniósł to tylko ulepszenie, że metoda oznaczania została ujednostajniona. 13 fabryk oznaczało cukier w burakach metodą *Rapp-Degenera*.

Tablica 1.

Nr.	Cukru w bur. z polaryzacyi wodnej r. 23	bezpośr. r. 22
1	13,57	13,28
5	13,18	12,76
7	13,31	13,84
15	14,44	14,15
16	14,07	13,77
22	12,60	12,42
27	12,17	11,90
28	14,25	14,06
36	12,24	11,91
37	12,86	12,77
38	12,10	12,04
43	13,97	13,35
45	12.35	11,90
13 f.	13,16	12,93

Ze średnich widzimy, że polaryzacya-bezpośrednia daje rezultat niższy, aniżeli rezultat otrzymany z polaryzacyi wodnej. Rubryka opału pozostawia też ciągle bardzo wiele do życzenia; zamiary zreformowania pozostają ciągle w sferze pobożnych życzeń. Ujednostajnienie, polegające na podawaniu tylko wagowego procentu, wprowadza jednak pewne zamieszanie dla fabryk, palących drzewem: jedne podają

wprost wagę drzewa, która, jak wiadomo, zależna jest bardzo od stopnia wilgoci i gatunku drzewa; inne znów zamieniają, ale zupełnie dowolnie, drzewo i torf na węgiel. W obec tego ściągam tylko fabryki, palące węglem — nie robiąc już różnicy pomiędzy miałem i samym węglem; wprawdzie i węgiel przedstawia pewne różnice w swym składzie, a tem samem i wartości opałowej — w każdym jednak razie jest to materyał więcej jednorodny, pozwalający na wyciąganie cyfr średnich (tab. 2):

Tablica 2.

Mączkarnie Nr.	% węgla r. 59	Rafinerye Nr.	% cukru rafinad. r. 60	% węgla r. 59
1	16,54	3	7,14	21,06
22	21,56	4	9,33	17,34
25	17,78	6	10,15	18,58
28	15,40	9	7,49	27,02
29	21,81	10	8,95	22,60
30	20,08	12	12,40	26,60
44	19,06	19	6,45	19,02
47	19,77	23	8,40	26,80
8 f.	19,00	26	3,70	24,30
		35	7,15	20,22
		37	4,95	26,16
		40	12,53	25,00
		46	8,80	25,60
		49	9,04	20,38
		50	10,50	20,23
		15 f.	8,46	23,73

Z porównania przeciętnych obu kategoryj otrzymamy, że na 1% cukrzycy rafinadowej wypada 0,44% węgla; jeżeli zaś do porównania weźmiemy tylko fabryki palące lepiej od średniej t.j. trzy mączkarnie, spalające **16,57%**, i ośm rafineryj, spalających przy 8,59% cukrzycy rafinadowej 19,93% węgla,—to na 1% cukrzycy rafinadowej wypadnie 0,39% węgla.

Rubryki, wykazujące oczyszczenie soku, wypełniło 33 fabryk, czyli o 11 więcej, aniżeli w roku poprzednim (tab. 3).

Tablica 3.

Nr.	Oczyszcz. dyfuz. r. 78	% wapna r. 51 i 52	Strata w błocie r. 66	% wspyki r. 55	Cedzenie mechaniczne r. 50	Oczyszcz. defeko-saturacyjne r. 79	% kości r. 53	Strata w filtrac. r. 69	% wspyki r. 55	Cedzenie mechaniczne r. 50	Oczyszcz. filtrac. r. 80	Oczyszcz. ogólne r. 81	Alkaliczność: przed filtrac. przem. r. 34	przed filtrac. stała r. 35	po filtracyi przem. r. 41	po filtracyi stała r. 42	cukrzycy r. 46
1	7,01	1,17	0,21	—	żwir	37,27	3,66	—	4,13	Puvrez	35,47	62,35	0 53	—	0,21	—	—
3	4,44	2,55	0,10	6,75	żwir	37,23	10,88	0,06	—	Demby	26,91	56,16	0,34	0,17	0,26	0,12	0,100
4	8,57	2,15	—	—	—	37,33	9.16	—	—	—	28,28	58,95	0,42	—	0,33	—	0,101
6	— 5,07	2,19	—	—	—	35,21	8,17	—	—	—	38,78	58,35	—	—	—	—	—
7	28,17	2,62	0,09	—	błotn.	30,63	8,34	0,05	0,40	—	19,62	59,94	0,42	—	0,28	—	0,062
8	9,11	1,68	0,15	—	Puvrez	24,70	7,96	0,09	—	—	33,02	54,16	0,31	—	0,29	—	0,092
10	11.38	2,15	0,16	0,71	—	25,08	8,62	0,06	—	—	31,02	54,20	0,40	0,31	0,17	0,11	0,030
11	1,72	1,31	0,18	1,97	Vonhof	34,57	11,13	0,05	1,98	—	33,28	57,09	0,22	0,22	0,16	0,16	—
12	— 4,96	3,95 elucya	0,21	7,02	Vonhof	45,88	7,69	0.04	4,49	Proksch	15.71	52,12	0,19	—	0,19	—	0,065
14	7.40	2,59	0,43	—	Puvrez	24,01	5,48	0,04	2,58	—	31,66	51,92	0,40	0,38	0,35	0,34	0,085
16	4.55	2,75	0,16	—	—	36,54	10,12	0,05	2,65	Puvrez	27.78	56,26	0,29	—	0,27	—	0,109
17	— 0,97	1,75	0,30	1,60?	—	30,32	10,00	0,08	3,30?	—	29,60	50,47	0,65	0,36	0,44	0,26	0,080
20	— 8,58	2,90	0,45	—	—	41,64	9,30	0,04	0,85	—	40,99	62,60	0,63	0,50	0,51	0,35	0,110
21	3,77	3,04	0.11	3,28	Puvrez	33,50	8,09	0,04	—	—	14,58	45,33	0,26	—	0,23	—	0,105
26	10.69	2,50	0,09	2,78	—	37,12	11.90	0,04	—	—	19,87	55,00	0,21	0,13	0,14	0,08	0,060
27	—	2,90	0,15	6,72	—	35,20	13,70	0,03	—	—	35,68	53,88	—	0,12	—	0,08	0,038
28	4,96	2,53	0,18	3,28	—	37,95	6,28	0,03	0,85	—	24,07	55,22	0,35	—	0,30	—	0,087
29	— 5,84	3,06	0.15	2,61	Sindelar	33,96	3,77	0,05	—	—	16,64	41,74	0,30	—	0.28	—	0.091
30	0	2,25	0,20	0,70	Vonhof	40,74	5,94	0,02	—	—	26,04	56,17	0,20	0,14	0,19	0,13	0,052
31	8,58	2,30	0,21	—	Breitf.	39,97	2,60	0,06	2,09	Breitf.	13,49	52,52	0,34	0,20	—	—	—
32	–13,45	2,69	0,13	1,86	Sindelar	38,28	6,80	0,04	—	—	37,60	56,31	0,23	—	0,23	—	0,182
33	3,11	2,44	0,21	—	żwir	19,64	9,70	0,07	2,03	—	43,30	55,85	0,34	0,32	0,30	0,29	8,131
34	4,42	2,30	0,20	2,54	Puvrez	30,28	7,10	0,04	—	Puvrez	36,15	57,45	0,26	—	—	—	0,090
35	5,91	2,88	0,22	—	błotn.	43,41	1,21	0,005	—	błotn.	19,45	57,12	0,08	—	—	—	0.046
36	–17,66	3,01	0,15	—	—	31,25	12,14	0,02	10,45	—	48,02	57,95	—	0,17	—	0,13	0,113
38	6,37	2.24	0,21	—	Puvrez	45,89	10,60	0,04	—	—	11,31	55,07	0,52	0,46	0,42	0,40	0,152
41	13,95	1,98	0,25	—	—	37,42	5,76	0.03	—	—	22,37	58,20	0,40	0,33	0,33	0,27	0,165
42	— 0,78	2,70	0,29	—	—	42,24	8,20	0,07	3,69	—	35,48	62,44	0,80	—	0,55	—	0,096
43	2,75	2,00	0,19	4,26	—	37,13	9,20	0,04	—	—	10,06	45,01	0,39	0,27	0,31	0,20	0,090
47	— 7,46	2,70	0,09	—	—	16,67	5,62	0,08	—	—	39,86	46,15	0,37	0,30	0,33	0,27	0,081
48	5,82	2,78	0,29	—	—	25,08	9,20	0,06	3,60	—	38,51	56,62	0,43	—	0,37	—	0,041
49	–14,27	2,84	0,11	—	—	15,45	7,49	0,01	—	—	58,05	58,24	0,31	0,24	0,17	0,14	0,086
50	1.33	2,95	0,19	2,09	Puvrez	43,91	9,86	0,13	—	—	20,92	55,82	—	—	0,30	—	0,066
33 f.	3.20	2,48	0,19	3,21 15 f.		34,35	8,05	0,05 30 f.	3,08 14 f.		30,01	55,13	0,36 29 f.	0.27 17 f.	0,29 27 f	0,21 16 f.	0,090 29 f,

Przy porównaniu przeciętnych tej tablicy z przeciętną ogólną widzimy, że wykazane tu fabryki oczyszczają lepiej swe soki w dyfuzyi i w całym przebiegu fabrykacyi, gdyż odnośne oczyszczenia wynoszą 3,20 i 55,13; inne zaś cyfry, jak ilość użytego wapna 2,48 i kości 8,05, strata w błocie 0,19 i w filtracyi 0,05 są prawie identyczne w obu przeciętnych. — Chcąc ułatwić odszukanie jakiegoś związku pomiędzy przyczyną i skutkiem, zestawiamy skrajne rezultaty oczyszczenia zarówno dla defeko-saturacyi, jak i dla filtracyi:

Tablica 4.

Oczyszczanie w defeko-saturacyi.

Nr.	Oczyszcz. dyfuz. r. 78	% wapna r 51 i 52	Strata w błocie r. 66	% wsypki r. 55	Cedzenie mechaniczne r. 50	Alkal. przed filtr. przemij r. 34	Oczyszcz. def. satur r. 79	Oczyszcz. filtrac. r. 80	Oczyszcz. ogólne r. 81
				Największe.					
12	— 4,96	3,95	0,21	7,02	Vonhof	0,19	45,88	15,71	52,12
20	— 8,58	2,90	0,45	—	—	0,63	41,64	40,99	62,60
30	0	2,25	0,20	0,70	Vonhof	0,20	40,74	26,04	56,17
35	5,91	2,88	0,22	—	błotn.	0,08	43,41	19,45	57,12
38	6,37	2,24	0,21	—	Puvrez	0,52	45,89	11,31	55,07
42	— 0,78	2,70	0,29	—	—	0,80	42,24	35,48	62,44
50	1,33	2,95	0,19	2.09	Puvrez	—	43,91	20,92	55,82
7 f.	— 0,43	2,84	0,25	3,27 3 f.		0,40 6 f.	43,67	24,64	57,37
				Najmniejsze.					
8	9,11	1,68	0,15	—	Puvrez	0,31	24,70	33,02	54,16
10	11,38	2,15	0,16	0,71	—	0,40	25,08	31,02	54,20
14	7,40	2,59	0,43	—	Puvrez	0,40	24,01	31,66	51,92
33	3,11	2,44	0,21	—	żwir	0,34	19,64	43,30	55,85
47	— 7,46	2,70	0,09	—	—	0,37	16,67	39,86	46,15
48	5,82	2,78	0,29	—	—	0,43	25,08	38,51	56,62
49	—14,27	2,84	0,11	—	—	0,31	15,45	58,05	58,24
7 f.	2,26	2,45	0.20	0,71		0,37	20,87	39,63	53,31

Grupa pierwsza używa przeciętnie więcej wapna, błoto wysładza słabiej i częściej stosuje cedzenie mechaniczne, aniżeli grupa druga, która za to posiada soki mniej alkaliczne. O wpływie wrzutki nic powiedzieć nie można. Jedna z fabryk używa wprawdzie 7,02% wrzutki, ale nie podaje jej składu, tak że nie można wykazać wpływu, jaki w tej ilości bezwątpienia na oczyszczenie soku wywrzeć powinna.

Tablica 5.

Oczyszczenie w filtracyi.

Nr.	Oczyszcz. dyfuz. r. 78	Oczyszcz. defeko-satur. r. 79	% kości r. 53	Strata w filtr. r. 69	% wrzutki r. 55	Cedzenie mechan. r. 50	Alkaliczność: przed filtr. przem. r. 44	Alkaliczność: cukrzycy r. 46	Oczyszczenie: filtrac. r. 80	Oczyszczenie: ogólne r. 81
					Największe.					
6	— 5,07	35,21	8,17	—	—	—	—	—	38,78	58,35
20	— 8,58	41,64	9,30	0,04	0,85	—	0,63	0,110	40,99	62.60
32	—13,45	38,28	6,80	0,04	—	—	0,23	0,182	37,60	56,31
33	3,11	19,64	9,70	0,07	2,03	—	0,34	0,131	43,30	55,85
36	—17,66	31,25	12,14	0,02	10,45	—	—	0,113	48,02	57,95
47	— 7,46	16,67	5,62	0,08	—	—	0,37	0,081	39,86	46,15
48	5,82	25,08	9,20	0,06	3,60	—	0,43	0,041	38,51	56,62
49	—14,27	15,45	7,49	0,01	—	—	0,31	0,086	58,05	58,24
8 f.	— 5,38	28,81	8,55	0,04	4,23 4 f.		0,37 6 f.	0.106 7 f.	42,99	57,23
					Najmniejsze.					
7	28,17	30,63	8,34	0,05	0,40	—	0,42	0,062	19,62	59.94
12	— 4,96	45,88	7,69	0,04	4,49	Proksch	0.19	0,065	15,71	52,12
21	3,77	33,50	8,09	0,04	—	—	0,26	0,105	14.58	45,33
26	10,69	37,12	11,90	0,04	—	—	0,21	0,060	19.87	55,00
29	— 5,84	33,96	3,77	0,05	—	—	0,30	0.091	16,64	41,74
31	8,58	39,97	2,60	0,06	2,09	Breitf.	0,34	—	13,49	52,52
35	5,91	43,41	1,21	0,005	—	błotn.	0,08	0,046	19,45	57,12
38	6.37	45,89	10,60	0,04	—	—	0,52	0,152	11,31	55.07
43	2,75	37.13	9,20	0,04	—	—	0,39	0.090	10,06	45.01
9 f.	6,70	38,42	7,04	0,04	2,33 3 f.		0,30	0,084 8 f.	15,93	51,72

Grupa pierwsza używa przeciętnie więcej kości, aniżeli grupa druga, która za to stosuje w trzech wypadkach cedzidła mechaniczne, nieużywane wcale w grupie pierwszej. Wysładzanie kości u obu grup jednakowe, a zmniejszenie alkaliczności przez filtracyę prawie identyczne. O dwóch fabrykach pierwszej grupy Nr. 36 i 48, szczególniej zaś o pierwszej, można powiedzieć napewno, że znakomite oczyszczenie zawdzięcza ilości i szlachetności wrzutki.

Wartość tych wniosków zmniejszy się znacznie, jeśli zauważymy, że, wykluczywszy w tablicy 4 z grupy pierwszej fabrykę N. 12, a z grupy drugiej fabrykę N. 8, otrzymamy w obu grupach identyczne prawie ilości wapna. Podobnież w tablicy 5, po wykluczeniu z grupy drugiej fabryk Nr. 29, 31 i 35, otrzymamy procent kości wyższy nawet, aniżeli w grupie pierwszej. Krótko mówiąc, nie możemy dotychczas ująć w żadne prawo zależności oczyszczenia od ilości środka oczyszczającego. Nie powinno nas to jednak dziwić. Wiemy, że na rezultaty procesów defeko-saturacyi i filtracyi wpływa bardzo wiele czynników (że wymienimy tylko: sposób użycia wapna, skład gazu saturacyjnego, gatunek węgla kostnego) — tymczasam sprawozdanie nic nas o tych czynnikach pouczyć nie może.

Rozpatrując przeciętne obu ostatnich tablic, możemy wyciągnąć tylko następujące wnioski: dwa pierwsze—łatwe do zrozumienia, że największe oczyszczenie w jednym procesie pociąga za sobą zaledwie średnie oczyszczenie w drugim, i że największym oczyszczeniom w każdym procesie odpowiadają oczyszczenia ogólne, większe od średnich; oraz trzeci, że, o ile się zdaje, wysokim oczyszczeniom w obu procesach odpowiadają zwykle bardzo niskie oczyszczenia w procesie dyfuzyjnym.

Na tem kończę część pierwszą mego sprawozdania, a przechodzę do daleko ważniejszego rozbioru sprawozdań tych fabryk, które z pewną ścisłością wyrachowały się ze swego cukru. — Z 50 fabryk, podających swe sprawozdania, odpada jedna, jako prasowa i cztery dyfuzyjne, które nie podały dokładnych cyfr; wzięto więc do rachunku 45 fabryk.

Tablica 6.

Nr.	Cukru w bur. r. 23	Cukru w s. dyf. r. 15 i 25	Straty r. 63	Razem	+	—
1	13,57	12,98	0,32	13,30	—	0,27
2	13,86	13,90	0,26	14.16	0,30	—
3	12,10	11.84	0,27	12,11	0,01	—
4	13,23	13,45	0,37	13,82	0,59	—
7	13,19	13,42	0,24	13,66	0,47	—
8	12,35	12,01	0,37	12,38	0.03	—
9	13,77	13.36	0,40	13,76	—	0,01

Nr.	Cukru w bur. r. 23	Cukru w s. dyf. r. 15 i 25	Straty r. 63	Razem	+	—
10	14,29	14,34	0,25	14.59	0,30	—
11	13.12	12,96	0,33	13,29	0,17	—
13	14,29	15,39	0,34	15,73	1,44	—
14	11,69	11,16	0,58	11,74	0,05	—
15	14,44	14,11	0,30	14,41	—	0,03
16	14,07	14,01	0,31	14,32	0,25	—
17	13,17	12,67	0,50	13,17	—	—
18	14,50	14 19	0,32	14,51	0,01	—
19	13,75	12,89	0,30	13,19	—	0,56
20	10.73	10,33	0,39	10,72	—	0,01
21	12,04	11,58	0,35	11,93	—	0,11
22	12.60	13,66	0,34	14,00	1,40	—
23	12,57	11,47	0,36	11,83	—	0,74
24	14,10	14,25	0,27	14,52	0,42	—
25	13,10	13,25	0,48	13,73	0,63	—
26	12,10	11,97	0,25	12,22	0,12	—
28	14,25	14,15	0,37	14,52	0.27	—
29	13,45	13,35	0,26	13,61	0,16	—
30	14,61	14,30	0,29	14,59	—	0,02
31	13,16	12,70	0,47	13,17	0,01	—
32	13,17	12,69	0,33	13,02	—	0,15
33	12,28	11,71	0,51	12,22	—	0,06
34	11,67	11,36	0,32	11,68	0,01	—
35	13,01	13,11	0,32	13,43	0,42	—
36	12,24	11,69	0,32	12,01	—	0,23
37	12,86	12,24	0,43	12,67	—	0,19
38	12,10	11,96	0,50	12,46	0,36	—
39	11,81	11,89	0,54	12,43	0,62	—
40	14,08	13,92	0,37	14,29	0,21	—
41	12,50	12,09	0,41	12,50	—	—
42	12,34	12,34	0,51	12,85	0,51	—
43	13,97	13,00	0,36	13,36	—	0,61
45	12,35	11,66	0,55	12,21	—	0,14
46	13,20	13.23	0,38	13.61	0,41	—
47	14,68	14,70	0,37	15,07	0,39	—
48	12,44	12,23	0,34	12.57	0,13	—
49	14,55	12,97	0,34	13,31	—	1,24
50	13,28	13,39	0,28	13,67	0.39	—

Jeżeli, podobnie jak w roku poprzednim, przyjmiemy jako granicę ± 0,5% różnicy pomiędzy cukrem w burakach i w soku dyfuzyjnym, to z owych 45 fabryk odpadnie jeszcze dziesięć, a pozostanie do ściślejszego rozbioru 35 fabryk. Rezultat ten, porównany z rezultatem roku poprzedniego wykazuje postęp w dokładności rachunku. Z 50 fabryk roku poprzedniego, wykazujących średnią różnicę + 0,17, wzięto do rachunku tylko 30 o średniej różnicy — 0,07; w roku sprawozdawczym z 45, wykazujących średnią różnicę +0,13, wzięto 35 o średniej różnicy +0,10. W roku poprzednim 25 fabryk, wykazujących w soku dyfuzyjnym więcej cukru, dało średnią różnicę +0,68, a 22 fabryk, wykazujących mniej cukru, dało różnicę średnią —0,44; w roku zaś sprawozdawczym 28 fabryk pierwszej kategoryi wykazuje średnio + 0,36, a 15 fabryk drugiej kategoryi — średnio — 0,29. Najlepiej jednak widnieje postęp przy rozpatrzeniu granic, do których dochodzą różnice. W roku poprzednim różnicę wyżej + 1,00 wykazało 6 fabryk, przyczem najwyższa różnica wynosiła +2,11; różnicę niżej —1,00 wykazały cztery fabryki, przyczem najniższa różnica wynosiła —1,95. Tymczasem w roku sprawozdawczym dwie tylko fabryki mają +1,44 i +1,40, a jedna —1,24 różnicy.

Powyższe 35 fabryk rozpatrujemy zatem bliżej, zaczynając od procesu dyfuzyi.

Tablica 7.

N.	Przerób na 24 g. i 100 *hl* r. 13	Czas dyfund. r. 7	Temperatura r. 8	Ładunek na *hl* r. 10	Długość krajan. r. 11	Odciąg. soku r. 15	Szlachetn. mater.: cukru w burak. r. 23	Szlachetn. mater.: nc. na 100 c. w s. buracz. r. 19	Straty r. 63	Oczyszcz. dyfuz. r. 78
1	894	74	80	48,0	29,0	118,0	13,57	21,41	0,32	7,01
2	1659	40	80	53,3	28,5	138,6	13,86	19,12	0.26	1,46
3	1392	50	83	51,2	22,8	124,9	12,10	21,19	0,27	4.44
7	? 457	? 138	81	50,7	—	128,6	13,19	18,00	0,24	28,17
8	1614	42	81	51,4	23.5	134,3	12,35	20,31	0.37	9.11
9	1719	46	81	57,7	—	141,7	13,77	18,07	0,40	1.99
10	838	70	78	49,7	—	137,9	14,29	14,76	0,25	11,38
11	1602	43	78	53,1	30,3	129,5	13,12	18.60	0,33	1,72
14	1685	31	90	42,4	31,7	128,9	11,69	22,44	0,58	7,40
15	1455	48	81	50.9	25,3	144,3	14,44	16,64	0,30	1,68
16	1672	35	81	44,3	29,4	145,5	14,07	24,37	0,31	4,55
17	1382	47	85	47.8	18,0	139,5	13,17	25,74	0,50	— 0.97
18	1315	48	75	49,0	35,0	145,1	14,50	20,05	0,32	2.59
20	998	61	75	46,9	29,0	110,6	10.73	24,95	0,39	— 8,50
21	1386	49	81	49,3	27,5	125,1	12,04	19,08	0,35	3,77
24	817	81	80	50,7	—	135,7	14,10	18,99	0,27	2,21
26	1093	60	81	52,0	21,2	121,0	12,10	21,51	0,25	10,69
28	1101	66	82	55,0	30,1	120,7	14,25	17,33	0,37	4,96
29	2080	31	83	47,6	29,2	150,0	13,45	19,00	0,26	— 5,84
30	1331	52	81	52,5	28,5	126,0	14,61	19,12	0,29	0
31	1370	46	80	?	28,3	121,3	13,16	21,21	0,47	8.58
32	? 1373	? 43	82	46.6	28,0	136,0	13,17	19,18	0,33	—13,45
33	1498	37	81	48,4	21,0	132,0	12,28	22,81	0,51	3,11
34	991	61	79	47,4	—	123,0	11.67	27,85	0,32	4,42
35	1203	57	88	50,4	—	126,8	13,01	19,12	0,32	5,91
36	1473	38	79	45,9	—	140,0	12,24	22,19	0.32	—17,66
37	1311	55	81	52,6	27,7	131,8	12,86	20,90	0,43	10,38
38	864	60	78	43,1	21,0	129,0	12,10	23,39	0 58	6,37
40	1060	59	85	51,2	—	135,9	14,08	19,08	0,37	13,99
41	1510	44	75	51,5	22,7	135,2	12,50	21,58	0,41	13,95
45	1560	38	86	44,6	18,8	143,4	12.35	16,92	0,55	— 6,85
46	1355	45	95	49,2	—	147,0	13,20	20,14	0,38	0,69
47	? 1427	? 44	78	50,9	—	134,6	14,68	16,36	0,37	— 7,46
48	{ 1257 1299	?	83	49,8	33,5	129,7	12,44	22,52	0,34	5,82
50	1060	62	80	49,7	—	131,0	13,28	18,74	0,28	1,33
35 f.	1308	53	81,3	49,5	26,7 24 f.	132,6	13,10	20,23	0,36	3,16

Na tem miejscu chcę wytłomaczyć różnice, jakie uważny czytelnik znajdzie pomiędzy cyframi tej i innych tablic, a odpowiedniemi cyframi drukowanego sprawozdania. Nauczony smutnem doświadczeniem, sprawdzałem wszystkie cyfry dające się obrachować i w wielu razach znalazłem większe lub mniejsze różnice. Te zwykłe błędy obrachunkowe nabierają jednak czasami szczególniejszego znaczenia np. w rubrykach 13 i 7. W pierwszej, przedstawiającej przerób na 24 godzin i 100 *hl*, najpoważniejsze zmiany zaszły

dla fabryk Nr. 9, 17, 29 i 37, dla których różnica wynosi kilkadziesiąt do stu kilkudziesięciu ctr. metr.; dla innych różnice są mniej znaczne lub żadne. Rub. 7, przedstawiająca czas dyfundowania, była najtrudniejszą do skontrolowania. Jak wiadomo, instrukcya czyni zależną ilość dyfuzorów czynnych od wielkości dyfuzora, każe bowiem odejmować od całej ilości dyfuzorów w bateryi dwa do jednego, zależnie od od tego, czy dyfuzory są mniejsze od 10 lub większe od 13 *hl*. Praktyka jednak uczy nas, że te granice, szczególniej niższa, są niewłaściwe oraz że ilość odtrącanych dyfuzorów zależy nietylko od wielkości dyfuzora, ale i od innych względów np. od szybkości naładowania i wyładowania. Obliczywszy czas dyfundowania ściśle podług instrukcyi, przekonałem się, że tylko fabryki Nr. 14, 18, 20, 24, 26, 28, 34, 40, 45 i 50 dają w obu obliczeniach zgodne rezultaty — inne przedstawiają znów różnice. Zachowałem jednak cyfry drukowane, uważając je za odpowiadające rzeczywistości; wyjątek stanowią fabryki Nr. 1, 17, 29 i 35, które obrachowały swe cyfry, nie strącając nic — co naturalnie jest rzeczą niemożliwą; dla nich więc przyjąłem do strącenia najniższą możliwą granicę, t. j. pół dyfuzora. Fabrykę Nr. 33 pozostawiłem bez zmiany, chociaż strącenie 2½ dyfuzora wydaje mi się nienormalnem. Po tych ogólnych uwagach rozpatrzmy pokrótce każdą z rubryk oddzielnie.

Średni przerób na 24 godzin i 100 *hl* wynosi w roku sprawozdawczym 1308 ctr. metr., a więc znacznie mniej, aniżeli w roku poprzednim (1464). Jeżeli jednak uwzględnimy tę okoliczność, że w roku poprzednim nie było fabryki, wykazującej przerób 457 ctr. m., a za to dwie, wykazujące 3377 i 3364, t. j. cyfry tak kolosalne, jakich w roku sprawozdawczym zupełnie nie spotykamy, to przekonamy się, że i odnośna różnica zredukuje się do zera (1333 i 1332). Czas dyfundowania za to powiększył się z 50,3 na 53 minut. — Najwyższa temperatura, stosowana na dyfuzyi, wynosiła w roku sprawozdawczym 81,3° C., a więc o 1° więcej, aniżeli w roku poprzednim.—Ładunek na 1 *hl*, wynoszący 49,5 *kg*, podniósł się o 0,3 *kg*. Znaczny postęp widzimy w rubryce, podającej długość krajanki! W roku poprzednim długość krajanki, mierzona przez 14 fabryk, wynosiła średnio 22,5 *m* (min. 11,8); w roku zaś sprawozdawczym w 24 fabrykach wynosi średnio 26,7 *m* (min. 18,0). Postęp zatem widnieje zarówno w powiększeniu cienkości krajanki, jak i w częstszem wypełnianiu odnośnej rubryki, co świadczy dowodnie, że poświęcamy coraz to więcej uwagi temu ważnemu czynnikowi. Wpływ powiększonej długości krajanki widzimy zaraz w następnej rubryce, gdyż średnia odciągania soku 132,6% jest o 2,8% mniejszą, aniżeli w roku poprzednim. Polaryzacya buraków jest zaledwie trochę mniejszą (13,10 i 13,12), strata zaś w dyfuzyi 0,36 w obu latach identyczna. W końcu oczyszczenie, wynoszące średnio 3,16, nie może być porównane z takąż cyfrą z roku poprzedniego, dla braku odpowiedniego materyału. W ogóle zatem tablica 7 wykazuje postęp: przerabiano buraki wolniej, mając cieńszą krajankę i odciągając mniej soku.

Zobaczmy teraz, czy przez umiejętne zestawienie cyfr tablicy 7 nie uda się wyciągnąć jakich wniosków.

Zgrupujmy najprzód fabryki, zawarte w tej tablicy, w dwie grupy: fabryki tracące mniej od średniej 0,36 przy odciąganiu mniejszem od średniej 132,6 i fabryki tracące więcej niż 0,36 przy odciąganiu większem od 132,6, przyczem odrzucamy wszystkie fabryki (16) nie odpowiadające ściśle tym warunkom.

	Przerób na 24 *h* i 100 *hl* r. 13	Czas dyfund. r. 7	Temperatura r. 8	Ładunek na *hl* r. 10	Odciąg. soku r. 15	Cukru w bur. r. 23	Straty r. 63	Oczyszcz. r. 78
I. 11 fabryk . .	1163	65	81,4	50,4	125,8	12,83	0,30	6,53
II. 8 „ . .	1453	46	83,3	50,5	138.9	13,26	0,42	3,49

Widzimy, że grupa I, robiąc wolniej, odciąga o 13,1% mniej soku i grzeje o 1,9% słabiej; wykazuje też wyższe oczyszczenie, aniżeli grupa II, której strata większa o 0,12 znajduje może częściowe usprawiedliwienie w większej o 0,43 cukrowości buraków. To ugrupowanie obejmuje tylko rezultaty skrajne.

Uporządkujmy teraz wszystkie fabryki podług wzrastającej szybkości przerobu, zestawiając je w 5 grup, w ten sposób, że do pierwszej zaliczymy fabryki przerabiające na 24 godzin i 100 *hl* do 1000 ctr. m., do drugiej — 1000—1200, do trzeciej 1200—1400, do czwartej 1400—1600, do piątej wreszcie przerabiające wyżej 1600.

Tablica 8.

	Ilość fabryk	Czas dyfundow. r. 7	Temperatura r. 8	Ładunek na *hl* r. 10	Odciąg. soku r. 15	Cukru w bur. r. 23	Straty w dyfuz. r. 63	Oczyszcz. dyfuz. r. 78
I	7	78	78,7	48,1	126,1	12,81	0,33	5,38
II	4	62	82,0	52,0	127,1	13,43	0,32	7,57
III	11	49	83,1	49.8	132,1	13,11	0,36	2,56
IV	6	41	80,0	48.7	138,2	13,08	0,41	—1,34
V	7	38	82,0	50,0	138.3	13.19	0,36	2,96

Ilość odciąganego soku wzrasta z powiększeniem szybkości przerobu, ale straty podlegają mniej ściśle temu prawu. Grupa I. 7 fabryk: buraki zawierają najmniej cukru; przy stracie, prawie że najmniejszej, najniższej temperaturze i ilości odciąganego soku—oczyszczenie wysokie. Grupa II. 4 fabryki: buraki zawierają najwięcej cukru; pomimo to strata najniższa przy małem odciąganiu soku dzięki temu, że temperatura przewyższa temperaturę grupy I o 3,3%, oraz że krajanka, sądząc z wysokiego ładunku na hektolitr, zbliża się do cienkiej; oczyszczenie najwyższe. Grupy III (11 fabryk) i V (7 fabryk) mają prawie jednakowe buraki, osiągają jednakowe oczyszczenie i tracą to samo, przyczem jednak grupa III, grzejąc o 1,1° mocniej, odciąga o 6,2% mniej soku. W końcu grupa IV (6 fabryk) robi najgorzej: przy burakach, zajmujących co do cukrowości drugie od końca miejsce, traci najwięcej cukru, pomimo że odciąga prawie najwięcej soku, przyczem jednak za słabo grzeje; oczyszczenie ujemne.

Racyonalniejszem wydaje mi się uporządkowanie fabryk podług zmniejszającego się czasu zetknięcia z wodą przy zachowaniu podziału na 5 grup.

Tablica 9.

	Czas dyfundow. r. 7	Ilość fabryk	Przerób na 24 g. i 100 *hl* r. 13	Temperatura r. 8	Ładunek na *hl* r. 10	Odciąg. soku r. 15	Cukru w bur. r. 23	Straty r. 63	Oczyszcz. r. 78
I	od 71 m.	3	723	80,3	49.8	127,4	13,62	0,28	11.99
II	61—70	5	998	78,8	49,7	124,6	12,84	0,32	1,13
III	51—60	7	1177	82,4	50,2	128,6	13,03	0,36	7.44
IV	41—50	13	1454	81,1	50,7	135,2	13,24	0,37	2,27
V	31—40	7	1661	82,8	46,6	139,8	12,85	0,40	—1,86

Straty wzrastają w miarę zmniejszania się czasu dyfundowania; wyjątek w takiej samej prawidłowości wzrastania ilości odciąganego soku dyfuzyjnego przedstawia grupa II, która odciąga najmniej. Grupa I, mając najlepsze buraki, traci najmniej soku przy umiarkowanem grzaniu i odciąganiu soku. Grupa II traci przy najniższej temperaturze i najmniejszem odciąganiu o 0,08 cukru mniej od grupy V

która, mając takie same braki, przy najwyższej temperaturze i największem odciąganiu traci najwięcej cukru i wykazuje ujemne oczyszczenie. Grupy III i IV mają straty prawie jednakowe, ale III, grzejąc o 1,3° wyżej, może odciągać o 6,6% mniej soku. Rubryka ładunku na hektolitr, wypełniona przez wszystkie prawie fabryki, nic nas nie poucza ani w tem, ani w poprzedniem zestawieniu.

W dotychczasowych zestawieniach opuszczałem długość krajanki, gdyż rozdział pomiędzy pojedyncze grupy tych ważnych cyfr, wyrażających pośrednio powierzchnię krajanki, stykającą się z wodą, byłby bardzo niejednostajny. Że jednakże cyfry, wyrażające długość krajanki, są dość liczne, wyciągam więc z owych 35 fabryk wszystkie te, które mierzą swą krajankę i w ten sposób otrzymuję następną przeciętną:

Ilość fabryk r. 24	Przeróbka 24 g. i 100 *hl* r. 13	Czas dyfund. r. 7	Temperatura r. 8	Ładunek na *hl* r. 10	Długość kraj. r. 11	Odciąg. soku r. 15	Cukru w bur. r. 23	Straty r. 63	Oczyszcz. r. 78
24	1388	47,8	80,9	49,2	26,7	131,7	12,95	0,37	2,85

Porównywając obie średnie (35 i 24 fabryk), nie widzimy pomiędzy niemi zbyt wielkiej różnicy. Szybkość przerobu powiększyła się o 80 ctr. m., a co za tem idzie, czas dyfundowania zmniejszył się o 5 min.; w ładunku niewielkie zmniejszenie; ilość odciąganego soku mniejsza o 0,9%, co w połączeniu z niższą o 0,4° temperaturą daje, pomimo buraków mniej cukrowych, wyższą nieco (o 0,01) stratę przy jednakowem prawie oczyszczeniu.

Po zestawieniu owych 24 fabryk w dwie grupy: tracących mniej niż 0,37 przy odciąganiu mniejszem od 131,7, oraz tracących więcej niż 0,37 przy odciąganiu wyższem od 131,7, otrzymamy dwie średnie:

	Ilość fabryk	Przerób na 24 g. i 100 *hl* r. 13	Czas dyfundow. r. 7	Temperatura r. 8	Ładunek na *hl* r. 10	Dług. kraj. r. 11	Odciąg. soku r. 15	Cukru w bur. r 23	Straty r. 63	Oczyszcz. r. 78
I	8	1262	56	81,1	51,4	27,9	124,4	13,03	0,31	5,20
II	5	1452	44	81.6	49.0	21,6	136,4	12,63	0,48	4,06

Grupa I robi wolniej, odciąga soku o 12% mniej, grzejąc go o 0,5° słabiej i przy burakach, zawierających o 0,4 więcej cukru, traci o 0,7 mniej aniżeli grupa II, która jednakże, krając cieniej, mogłaby znacznie poprawić swoją robotę.

Podzielenie fabryk na 5 grup podług szybkości przerobu da następującą tablicę:

Tablica 10.

	Ilość fabryk	Czas dyfundow. r. 7	Temperatura r. 8	Ładunek na *hl* r. 10	Długość kraj. r. 11	Odciąg. soku r. 15	Cukru w bur. r. 23	Straty r. 63	Oczyszcz. r. 78
I	3	65	77,7	46,0	26,3	119,2	12,13	0,40	1,21
II	2	63	81,5	53,5	25,6	120,8	13,17	0,31	7,64
III	9	49	81,2	49,8	27,7	131,0	13,12	0,37	3,00
IV	4	42	80,7	48,8	21,9	138,7	12,89	0,44	3,51
V	6	37	82,2	48,7	28,8	137,8	13,09	0,35	3,06

Uwagi, które można tu wypowiedzieć, prawie też same, co wypowiedziane przy takimże podziale 35 fabryk: Odciąganie soku wzrasta w miarę zwiększenia szybkości przerobu — wyjątek stanowi grupa IV, która przy krajance prawie że grubej musi odciągać więcej soku, a pomimo to traci najwięcej cukru: Straty nie podlegają tej samej prawidłowości. Grupa I przy najgorszych burakach traci dużo, bo odciąga bardzo mało soku i grzeje bardzo słabo; przy dość cienkiej krajance bardzo mały ładunek. Grupa II ma krajankę prawie taką samą, ale bardzo wysoki ładunek i przy odciąganiu mało co wyższem (o 1,6%), ale wyższej o 3,8° temperaturze traci najmniej cukru (chociaż ma najlepsze buraki), osiągając najwyższe oczyszczenie — może właśnie dzięki szlachetności materyału. Grupy V i III mają prawie jednakowe krajanki, ale wyższe odciąganie i silniejsze grzanie grupy V powoduje, pomimo szybkiej roboty, mniejsze straty przy jednakowych burakach. Grupa IV, jak już wspomniano, ma krajankę najgrubszą, że zaś i grzeje za słabo — traci więc pomimo najwyższego odciągania najwięcej cukru.

Wreszcie porządkujemy i tutaj podług zmniejszającego się czasu dyfundowania.

Tablica 11.

	Ilość fabryk	Szybkość przerobu r. 13	Temperatura r. 8	Ładunek na *hl* r. 10	Długość kraj. r. 11	Odciąg. soku r. 15	Cukru w bur. r. 23	Straty r. 63	Oczyszcz. r. 78
I	1	894	80.0	48,0	29,0	118,0	13,57	0,32	7,01
II	2	1054	78,5	50,9	29,5	115,6	12.49	0,38	— 2,76
III	5	1192	80,5	50,0	26,4	127,5	12,82	0,36	7,05
IV	10	1440	80,1	50,1	26,1	133,5	13,05	0,36	3,10
V	6	1692	83,5	46,8	26,4	139,7	12,95	0,41	1,44

Tutaj związek, istniejący pomiędzy odciąganiem soku i stratami a czasem dyfundowania, występuje jasno: grupa I traci najmniej przy słabem odciąganiu, grupa II przy najsłabszem grzaniu odciąga zamało soku i dla tego traci więcej od dwóch grup następnych; grupa IV, pomimo krótszego czasu dyfundowania, traci dzięki wyższemu odciąganiu to samo, co grupa III; grupa V wreszcie, pomimo największego odciągania, traci najwięcej.

Ukończywszy w ten sposób rozpatrywanie różnych średnich, zatrzymamy się jeszcze czas jakiś nad owemi 24 fabrykami, rozpatrując pojedyncze rubryki i badając ich wzajemną zależność.

Szlachetność materyału surowego określają dwie rubryki: „cukru w burakach" i „niec. na 1000 c. w soku buraczanym". Pięć rubryk: „temperatura", „długość krajanki", „ładunek na *hl*", „odciągano soku" i „czas dyfundowania" przedstawiają główne czynniki procesu dyfuzyjnego. Rubryki „straty" i „oczyszczenie dyfuzyjne" przedstawiają skutki procesu, które nazwałbym skutkami chemicznymi, gdy tymczasem do skutków mechanicznych zaliczyłbym rubrykę „przerób na 24 godzin i 100 *hl*" oraz jeden z czynników: „odciągano soku".

Rubryki „cukru w burakach" i „niec. na 100 c. w soku buraczanym" nie potrzebują żadnych objaśnień: czem wyższa cukrowość i czystość — tem szlachetniejszy materyał surowy. Podobnież rubryki: „temperatura" i „długość krajanki": są to czynniki podstawowe i od nich już zależą inne. Ładunek na *hl* powinienby być w ścisłej zależności od długości krajanki; tymczasem dość porównać kilka cyfr odpowiednich np. Nr. 14 ład. 42,4 i dług. 31,7. Nr. 38 ład. 43,1 i dług. 21,0. Nr. 26 ład. 52,0 i dług. 21,2, ażeby widzieć, że tak nie jest. Zbyt mały ładunek na *hl* w obec cienkiej krajanki zależy może w pewnym stopniu od kształtu dyfuzora, ale głównie chyba od niejednakowego wyzyskania objętości baterýi. Procent odciąganego soku zależy od temperatury,

długości krajanki, surowego materyału, zamierzonego wysłodzenia; sam zaś, określając ilość wody, którą później musimy odparować, przedstawia ważny skutek mechaniczny. Dwie sąsiadujące ze sobą rubryki szybkości przerobu i czasu dyfundowania zdają się na pierwszy rzut oka przedstawiać to samo, tylko w stosunku odwrotnym; ale rozpatrzenie bliższe formuł, służących do wyliczenia tych rubryk, wykazuje mylność tego poglądu. Jeżeli oznaczymy: przerób ogólny przez P, ilość godzin przez G, ilość dyfuzorów przez D, ładunek dyfuzora w *kg* przez Ł, ładunek na *hl* w *kg* przez ł, objętość bateryi przez O, ilość dyfuzorów w bateryi przez d, to:

$$\text{Czas dyfundowania} = \frac{G\,60\,(d-s)}{D}, \text{ podstawiwszy } D = \frac{P}{Ł} = \frac{Pd}{Oł}$$

$$\text{otrzymamy } \frac{GO}{P}\,60\,.\,\frac{ł}{d}\,(d-s).$$

$$\text{Szybkość przerobu} = \frac{P}{GO}\,24.\,100, \text{ podstawiwszy}$$

$$P = DŁ = \frac{DOł}{d}, \text{ otrzymamy } \frac{Dł}{DG} = 24.\,100.$$

Czyli w obu wypadkach zależność od ładunku na *hl*. W interesie cukrownika leży powiększenie zarówno szybkości przerobu, jak czasu dyfundowania. Gdyby np. Nr. 14, mający cienką krajankę 31,7, powiększył swój mały ładunek 42,4 do wysokości przeciętnego 49,2, to przy tych samych innych warunkach osiągnąłby szybkość przerobu, wynoszącą 1956 ctr. m. Czas dyfundowania powiększy się także, jeżeli przy niezmienionych P i G powiększymy ł, a tem samem Ł, czyli zmniejszymy D. Możnaby go jeszcze powiększy, zmniejszając s, ale to zależy prawie wyłącznie od konstrukcyi dyfuzora.

Pozostają jeszcze do rozpatrzenia straty i oczyszczenie; ich zależność od innych czynników jest największa:

Straty powinny stać w stosunku odwrotnym do: temperatury, długości krajanki, ilości odciąganego soku i czasu dyfundowania. Zobaczmy, o ile rezultaty odpowiadają tym zapatrywaniom teoretycznym. Tablica 12 podaje następujące ugrupowanie: fabryki uporządkowane podług wzrastających strat; numer, zamieszczony w następnych rubrykach, wskazuje miejsce porządkowe, przypadające danej fabryce w szeregu ustawionym podług zmniejszających się wielkości: temperatury, długości krajanki, ilości odciąganego soku i czasu dyfundowania; przyczem zauważyć należy, że interwał skali został obliczony dla każdej rubryki z dwóch cyfr krańcowych i liczby fabryk, a więc np. dla temperatury $= \frac{90-75}{23}$.

Tablica 12.

Nr.	Straty	Temperatura	Dług. krajan.	Odciąg. soku	Czas dyfund.
26	1	15	20	18	8
2	2	16	10	8	19
29	2	12	9	1	24
3	2	12	18	16	14
30	4	15	10	15	13
15	5	15	14	4	15
16	5	15	9	4	22
1	6	16	9	20	1
18	6	24	1	4	15
11	7	19	7	13	18
32	7	13	10	9	18
48	7	12	3	13	10 ?
21	8	15	11	16	14
8	9	15	17	10	18
28	9	13	8	18	5
20	11	24	9	24	8
41	12	24	18	10	17
37	14	15	11	12	11
31	16	16	10	18	16
17	18	9	24	7	15
38	18	19	20	13	8
33	19	15	20	12	21
45	22	7	23	5	20
14	24	1	5	13	24
	9	15	12	12	15

Rozpatrując bliżej powyższą tablicę, przekonamy się, że cyfry zaczerpnięte z praktyki nie odpowiadają dość ściśle założeniom teoretycznym: Wysoka temperatura fabryk Nr. 14, 45 i 17 nie obniża ich strat, a na odwrót nie podwyższa ich niska temperatura fabryk Nr. 18, 20, 41. W rubryce długości krajanki: Nr. 18 zawdzięcza wiele swej cienkiej krajance, ale za to cienka krajanka fabryki Nr. 14 nie zmniejsza jej strat, a gruba krajanka fabryki Nr. 26 nie wpływa niekorzystnie na wysłodzenie. W rubryce odciągania soku widać dodatni wpływ małej ilości soku w fabrykach Nr. 29, 15, 16, 18; nie widać za to wpływu dodatniego w fabryce Nr. 45, a ujemnego w fabrykach Nr. 26, 3, 30, 1, 20. W końcu w rubryce „czas dyfundowania" długi czas zetknięcia wpływa dodatnio w fabrykach Nr. 1, 28, 20, a pozostaje bez wpływu w fabryce Nr. 38; tak samo nie wywiera wpływu niekorzystnego krótki czas dyfundowania w fabrykach Nr. 2, 29, 16, 11, 32, 8. — W ogóle można powiedzieć, że równomierne działanie wszystkich czynników występuje, sądząc ze zgodzenia się miejsc porządkowych, tylko wyjątkowo w fabryce Nr. 37 — zwykle zaś przeważa jeden z czynników; często nie można nawet zupełnie zrozumieć strat na podstawie ugrupowania czynników np. w fabrykach Nr. 26, 3, 2, 30 i in. Nawet przeciętna nie wykazuje zupełnie równomiernego działania wszystkich czynników. Należałoby wciągnąć jeszcze w grę takie czynniki, jak szlachetność materyału surowego i ładunek na *hl*; że jednakże rola tych czynników może być różnie pojmowaną, gdy rola pierwszych czterech jest już chyba stanowczo uznaną, powstrzymuję się więc od odpowiedniego dopełnienia.

Przeprowadźmy jeszcze analogiczne zestawienie czynników, wpływających na oczyszczenie dyfuzyjne. Powinnoby ono stać w stosunku odwrotnym do wysłodzenia, gdyż jest tem większe, czem niższą temperatura oraz ilość odciąganego soku, co nie ulega wątpliwości, i o ile się zdaje, powinnoby być tem większe, czem krótszy czas dyfundowania, gdyż cukier dyfunduje łatwiej aniżeli niecukier, oraz czem grubsza krajanka, bo wtedy mniej komórek rozerwanych, czyli wystawionych na maceracyę zamiast na dyfuzyę. Szlachetność materyału surowego i ładunek na *hl* zostawiamy znów na boku.

Tablica 13.

Nr.	Oczyszcz.	Temperatura	Dług. krajan.	Odciąg soku	Czas dyfund.
41	1	1	7	15	8
26	4	10	5	7	17
37	4	10	14	13	14
8	5	10	8	15	7
31	6	9	15	7	9
14	6	24	20	12	1
1	7	9	16	5	24
38	7	6	5	12	17
48	8	13	22	12	15 ?
28	9	12	17	7	20
16	9	10	16	21	3
3	9	13	7	9	11
21	10	10	14	9	11
33	10	10	5	13	4
18	11	1	24	21	10
11	11	6	18	12	7
15	11	10	11	21	10
2	11	9	15	17	6
30	13	10	15	10	12
17	14	16	1	18	10
29	18	13	16	24	1
45	18	18	2	20	5
20	20	1	16	1	17
32	24	12	15	16	7
	10	10	13	13	10

Fabryki uporządkowane podług zmniejszających się oczyszczeń, numery zaś w rubrykach następnych oznaczają miejsce porządkowe, przypadające danej fabryce w szeregu ustawionym podług zwiększających się wielkości: temperatury, długości krajanki, soku i czasu dyfundowania. Równomierne działanie wszystkich czynników jest tu widoczniejszem aniżeli w tablicy poprzedniej. Fabryki Nr. 3, 30, 21 przedstawiają mniej więcej takie przykłady dla wszystkich czynników. W innych przeważa znów jeden czynnik, ale nie tak wybitnie. I tu spotykamy niezgodność rezultatów z ugrupowaniem czynników, ale mniej licznie i mniej rażąco, bo tylko w fabrykach Nr. 37, 20, 32. Przeciętna przedstawia zależność normalną. Widzimy więc że tablica 13 lepiej godzi zapatrywania teoretyczne z rezultatami praktyki aniżeli tablica poprzednia, chociaż można przecie powiedzieć ogólnie, że oczyszczenie dyfuzyjne zdaje się być więcej przypadkowem, niż w pewne prawa ujętem. Ażeby to usprawiedliwić, dość będzie przypomnieć, że za punkt wyjścia służy tu skład soku buraczanego, a wiadomą jest rzeczą, jak bardzo jest on zależny od stopnia rozdrobnienia i wyciśnięcia miazgi buraczanej, że już nie wspomnę o innych względach.

Dotychczas szukaliśmy zależności rezultatów od warunkujących je czynników. Przejdźmy do przeglądu samych rezultatów: te są potrójne: szybkość roboty, wysłodzenie i oczyszczenie. Zobaczmy, czy są fabryki, odpowiadające ideałowi roboty dyfuzyjnej t. j. łączące te trzy rezultaty w wysokim stopniu.

Tablica 14.

Nr.	Przerób	Oczyszcz.	Straty
29	1	18	2
14	8	6	24
16	9	9	5
2	9	11	2
8	10	5	9
11	10	11	7
45	11	18	22
41	12	1	12
33	12	10	19
15	13	11	5
3	14	9	2
21	14	10	8
17	14	14	18
32	14	24	7
31	14	6	16
30	15	13	4
18	15	11	6
37	16	4	14
48	16	8	7
28	20	9	9
26	20	4	1
20	21	20	11
1	23	7	6
38	24	7	18
	14	10	16

Fabryki uporządkowane podług zmniejszającego się przerobu, a dwie rubryki następne podług zmniejszających się oczyszczeń i wzrastających strat. Widzimy, że z fabryk o szybszym od przeciętnego przerobie zasługują na nazwę dobrze robiących t. j. wykazujących małe straty a duże oczyszczenie fabryki Nr. 16, 8, 41, 15 i w równym prawie stopniu Nr. 2 i 11. Z fabryk robiących wolno, zasługują na uwagę dla wysokiego wysłodzenia i oczyszczenia fabryki Nr. 26, 1 i 28 (*D. n.*)

Opole, w marcu 1891 r. *K. Chrząszczewski.*

Дозволено Цензурою, Варшава, 25 Мая 1891 г. — Druk J. Sikorskiego, Warecka, 14. Wydawca, **Maurycy Wortman.** Red. odp. **Adam Braun.**